Ing. ST. SPRÎNCEANĂ, ing. CAROL FLOREA

CONSTRUCȚII RADIO

TELECOMANDA PRIN RADIO A NAVO- ȘI AEROMODELELOR



EDITURA TEHNICĂ
BUCUREȘTI – 1966

Broşura explică principiile telecomenzii prin radio şi prezintă scheme de emiţătoare şi radioreceptoare utilizate în telecomanda prin radio a navo- şi aeromodelelor. Schemele conţin date constructive. Se dau indicaţii pentru construcţia şi reglarea montajelor realizate.

Lucrarea se adresează tehnicienilor radio şi în special radioamatorilor.

CAPITOLUL I

PRINCIPIILE TELECOMENZII PRIN RADIO

Undele radio şi-au găsit de la început aplicaţii în transmiterea informaţiei între oameni, întîi prin telegrafie şi fonie, iar azi prin televiziune.

În ultimii ani, însă, s-a acordat atenţie deosebită telemecanicii ca o ramură cu importante aplicaţii, cum ar fi: în sisteme energetice, transport aerian, pe apă, schele petroliere, uzine mari, mine, sisteme de irigaţii, gospodării comunale etc.

Datorită dezvoltării tehnicii actuale (în special folosirii semiconductoarelor), transmiterea informaţiei cu caracter de telecomandă (telesemnalizare, telemăsurare sau telereglare), se realizează cu suficientă siguranţă în funcţionare.

Spre deosebire de telecomunicaţii, instalaţiile de telecomandă prezintă unele particularităţi şi anume:

— se foloseşte o bandă de frecvenţă radio mai îngustă decît în radiofonie şi cu mult mai îngustă faţă de televiziune;

— în telecomandă, elementul de intrare şi ieşire îl formează, de obicei, chei de comandă, aparate indicatoare, înregistratoare, relee sau alte organe de execuţie;

— siguranţa în transmiterea informaţiei reprezintă o condiţie deosebit de importantă. Defecţiunile accidentale pot duce la avarii ale instalaţiilor primare, ceea ce nu este atît de grav în telecomunicaţii;

— sistemele de telemecanizare se caracterizează şi prin schemele de funcţionare. De exemplu, se utilizează o staţie recepţie centralizată care culege informaţii de la un număr de emiţătoare dispersate, cum ar fi cele din schelele petroliere.

În fig. 1.1 se reprezintă ansamblul unor instalații de control al sondelor în pompaj. Fiecare sondă este prevăzută cu cîte un emițător care, în timpul funcționării, transmite un semnal de control.

Postul de dispecer *PD* este dotat cu trei radioreceptoare,

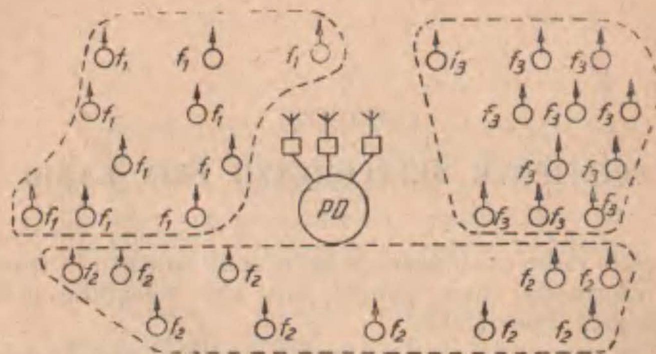


Fig. I. 1. Sistemul de control de la un post de dispecer, pe canale radio, al obiectelor dispersate:

PD — Post de dispecer; f_1, f_2, f_3 — frecvențele purtătoare ale stațiilor radio.

fiecare lucrînd pentru un grup de sonde pe frecvența respectivă f_1, f_2 sau f_3.

De obicei, postul de recepție centralizat, îndeplinește rolul unui post dispecer cu posibilitatea de a prelucra informațiile primite și de a emite înapoi telecomenzi pentru reglare etc.

La executarea unor scheme, cum ar fi cele industriale, se ține seamă de anumite condiții, enumerate în cele ce urmează.

— Sistemul telecomandat trebuie să lucreze fără personal de serviciu (nivelul de automatizare impus satisface asemenea cerințe).

— Se caută să se simplifice numărul semnalelor necesare telecomenzilor, prin combinarea și completarea instalațiilor de automatizare (în multe cazuri semnalele cu caracter de telecontrol sînt preferate celor de telereglaj sau telecomandă).

— Numărul posturilor de emisie se micșorează prin gruparea lor în limita posibilităților.

— Tot pentru a mări siguranța în funcționare, postul dispecer este dotat cu un al doilea grup emițător-receptor, de

rezervă. Comutarea pe acesta trebuie să se execute automat și fără a introduce informații parazite.

— Siguranța în funcționare este mărită și dacă se va evita cît mai mult folosirea elementelor cu posibilități mai mari de defectare, cum ar fi: tuburi electronice, relee electromagnetice sau alte elemente cu contacte (elementele fără contacte și în special, semiconductoarele sînt cele mai indicate).

În nici un caz, apariția unor circuite sau defectarea unor piese nu trebuie să ducă la generarea semnalelor false.

— Sursele de alimentare ale posturilor de emisie dispersate trebuie să asigure în bună măsură funcționarea neîntreruptă a instalației.

— Sistemele de automatizare, telemecanizare (telemăsură, telesemnalizare, telecomandă sau telereglare) trebuie concepute în așa fel, încît să fie posibilă o dezvoltare ulterioară sau adaptarea la automatizări complexe o dată cu trecerea la procedee tehnologice mai moderne.

Comanda prin radio a diverselor operații s-a dezvoltat mai mult în cursul și după cel de-al 2-lea război mondial.

Înainte de această perioadă, această tehnică nu a fost practicată decît de un număr restrîns de specialiști și cîțiva amatori, care au efectuat cercetări pentru satisfacerea lor personală. La noi în țară, în cartea profesorului Mihail Konteschweller, publicată în anul 1946, s-au descris o serie de aparate de telecomandă, permițînd amatorilor cu cunoștințe de electricitate și mecanică să-și poată construi modele de vapoare telecomandate.

Telecomanda prin radio se poate defini în modul următor: posibilitatea de a comanda la distanță aparate fixe sau mobile cu ajutorul undelor electromagnetice.

Termenul de telecomandă poate fi utilizat și singur, prin acesta înțelegîndu-se o comandă prin fir sau mecanică. De asemenea se mai folosesc și termeni ca teleghidaj ori radioghidaj, care au aceleași sens cu telecomanda prin radio, fiind însă întrebuințați atunci cînd se discută despre rachetele ce posedă sistem de ghidare. Tot în acest caz mai poate fi întrebuințat și cuvîntul radiocontrol, cuvîntul control însemnînd în libma engleză comandă.

În principiu, o instalație de radiocomandă se compune din două părți esențiale: partea emițătoare și partea receptoare.

Prin definiţie, partea emiţătoare este în principiu fixă, iar partea receptoare se găseşte la bord şi poate fi mobilă.

Legătura între emiţător şi receptor se face prin unde electromagnetice. Receptorul recepţionează semnalele, le interpretează şi le transformă în acţiuni mecanice. Semnalele detectate şi amplificate la recepţie acţionează un releu selector care, la rîndul lui, efectuează o comandă mecanică (de exemplu : un motor). Aceste relee selectoare pot da una sau mai multe comenzi, care se pot numi căi sau canale şi funcţionează pe bază de impulsuri sau pe bază de frecvenţe.

CAPITOLUL II

PRINCIPALELE SCHEME-BLOC PENTRU TELECOMANDA PRIN RADIO

În fig. II.1 este prezentată schema-bloc a montajului pentru realizarea unei telecomenzi prin radio.

Emiţătorul *1* este pus în funcţie prin închiderea întreruptorului *8*. Receptorul *2*, acordat pe aceeaşi frecvenţă, sesizează semnalul modulat care, după detecţie şi amplificare, acţionează releul *3*. Contactele acestuia închid circuitul lămpii de

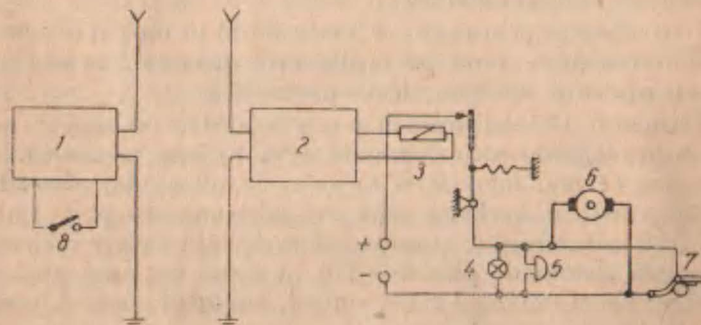


Fig. II.1. Schema-bloc a montajului pentru telecomandă prin radio:

1 — radioemiţător; *2* — radioreceptor; *3* — releu electromagnetic; *4, 5, 6, 7* — circuite de utilizare; *8* — întreruptorul emiţătorului.

semnalizare *4*, soneriei *5*, motorului *6* şi circuitul unui tun *7* cu tragere automată.

Prin urmare, montajul prezintă cîteva particularităţi faţă de aparatura folosită în telecomunicaţii : sensibilitatea receptorului precum şi puterea emiţătorului sînt inferioare

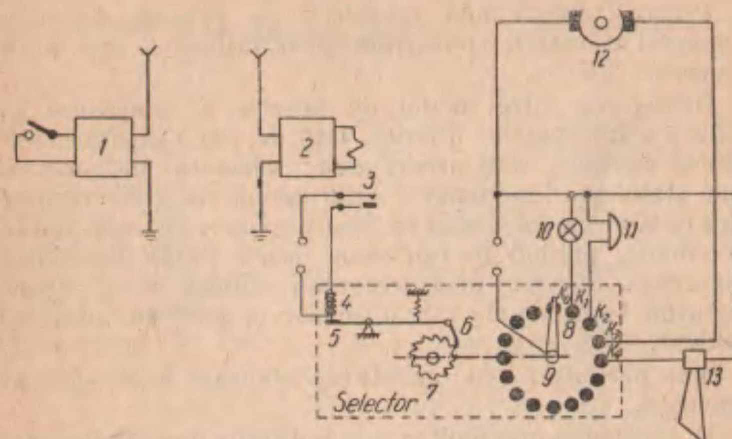


Fig. II. 2. Schema-bloc a montajului pentru telecomandă folosind un selector mecanic la receptor :

1 — radioemiţător; *2* — radioreceptor; *3* — releu primar; *4* — bobina releului selector; *5* — armătura; *6* — opritor; *7* — pinion clichet; *8* — ploturile de contact; *9* — cursor; *10, 11, 12, 13* — circuite de utilizare.

celor folosite în trafic, întrucît condiţia ce li se impune este de a realiza legături pe distanţe mici (de ordinul sutelor de metri).

Instalaţia de radiotelecomandă dotată cu selector mecanic. În fig. II.2 s-a prezentat ansamblul pentru transmiterea mai multor comenzi pe rînd, utilizînd un selector mecanic.

Montajul este prevăzut cu emiţător şi receptor ca în fig. II.1. Releul de acţionare închide de data aceasta circuitul bobinei selectorului.

Dacă se pune în funcţiune emiţătorul, prin cuplarea repetată a întreruptorului său, releul din etajul final al receptorului îşi va închide contactele *3* tot de acelaşi număr de ori, succesiv. Armătura *5* a bobinei selectorului comută cursorul *8* pe ploturile K_0, K_1, ..., K_n.

Se pot conecta diferite circuite de utilizare (motor, lampă semnalizare, sonerie etc.) pe ploturile amintite, după cum se vede în schemă.

Cu o instalaţie simplă de acest gen se pot utiliza mai multe cîmpuri de contacte, ajungînd, de exemplu, la 300 circuite diferite de utilizare. Evident, la realizarea unui asemenea montaj trebuie să se prevadă şi posibilitatea de revenire a selectorului pe poziţia iniţială, precum şi evitarea paraziţilor provocaţi de contactele sale.

Pentru telecomanda modelelor se preferă, de obicei, principiul selectării comenzilor prin utilizarea mai multor frecvenţe diferite.

Deosebirea între modul de selecţie a comenzilor prin utilizarea frecvenţelor diferite, faţă de cazul utilizării selectorului mecanic, este următoarea: selectorul mecanic telefonic stabileşte funcţionarea unui circuit de utilizare numai după ce lamelele cursorului au trecut succesiv pe toate ploturile precedente, punînd în funcţiune (scurt timp) dispozitivele respective. Selecţia prin frecvenţă elimină acest neajuns asigurînd telecomanda mecanismelor în mod cu totul independent.

Sînt posibile patru metode de realizare a selecţiei prin frecvenţă.

1) Utilizarea mai multor canale diferite de radiofrecvenţă, modulate fiecare în amplitudine.

2) Utilizarea mai multor canale de radiofrecvenţă, modulate diferit în frecvenţă.

3) Utilizarea unui canal de radiofrecvenţă modulat în frecvenţă cu semnale audio diferite.

4) Utilizarea unui canal de radiofrecvenţă cu mai multe frecvenţe de modulaţie în amplitudine.

Prima metodă este foarte rar folosită, întrucît necesită mai multe ansambluri de emiţătoare, fiecare dotat cu antenă separată. Pentru fiecare canal este necesar şi cîte un receptor. Se observă că este o metodă costisitoare, aparatajul este voluminos, incomod, iar verificarea şi reglajul sînt anevoioase.

O stabilitate bună a emiţătorului se obţine întotdeauna folosind un oscilator cu cristal de cuarţ. Aceasta nu se poate realiza uşor prin metoda 1), întrucît practic este greu să se procure cristale diferite şi apropiate între ele, fiind scumpe. Aceleaşi inconveniente le prezintă şi metoda 2).

Modulaţia în frecvenţă pe acelaşi canal radio (metoda 3) are avantajul că foloseşte un singur emiţător, deci numai o antenă. Receptorul este simplificat mult, atît ca număr de

piese cît şi ca execuţie practică. Acordul este uşor, randamentul întregii instalaţii în curent continuu fiind ridicat.

O metodă mult mai simplă, care necesită o execuţie practică mai uşoară, este metoda 4), care foloseşte un singur canal radio, modulat în amplitudine cu mai multe frecvenţe

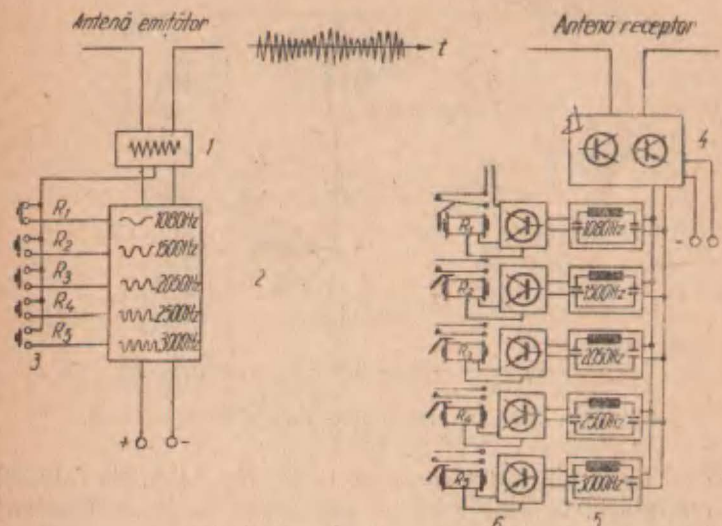


Fig. II.3. Schemă-bloc pentru telecomandă pe cinci canale:
1 — emiţător; 2 — modulator; 3 — butoane comandă; 4 — receptor; 5 — filtre LC; 6 — amplificatoare finale pentru relee.

joase (ex. 8). În fig. II. 3 este prezentată schema-bloc a unei instalaţii de acest gen. Se observă că cele 5 comenzi diferite se repartizează cu ajutorul filtrelor de joasă frecvenţă, acordate separat şi montate după etajele de joasă frecvenţă ale receptorului.

Fiecare filtru lasă să treacă frecvenţa pe care a fost acordat şi după o amplificare suficientă semnalul acţionează un releu sensibil.

Schema din fig. II. 4 reprezintă un alt exemplu de etaj final al receptorului, echipat cu filtru de joasă frecvenţă, pentru două comenzi.

Rezistenţa reglabilă R_1 sau R_2 şi filtrul LC_2 asigură funcţionarea corectă a tranzistorului T_1 pe o frecvenţă de modulaţie (filtrul, fiind acordat pe o singură frecvenţă, lasă să treacă curentul la baza tranzistorului T_1; în acest fel, montajul are proprietatea de selectare în frecvenţă).

Folosind mai multe montaje de acest gen, conectate în paralel, se poate obține selectarea mai multor comenzi.

Dacă se reușește să se simplifice și mai mult receptorul evitînd filtrele, se va obține un montaj ieftin și de volum redus. Schema-bloc a unui asemenea montaj, utilizînd un

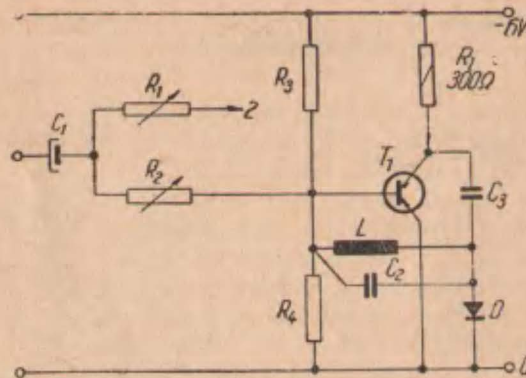


Fig. II.4. Schemă pentru selectarea a două comenzi.

releu cu lame vibrante, se prezintă în fig. II. 5. Se folosește tot modulația în amplitudine, semnalele de joasă frecvență fiind înlocuite în etajul emițător cu ajutorul butoanelor *3*.

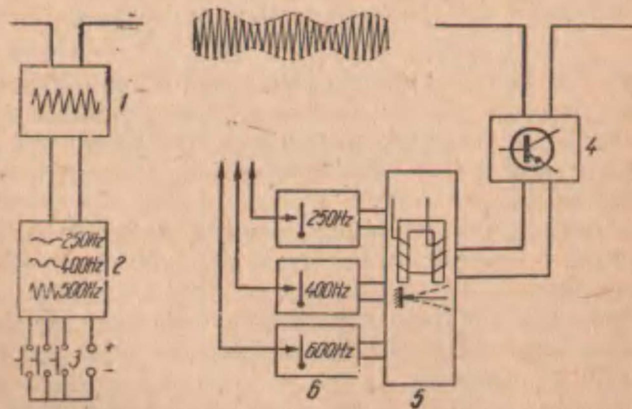


Fig. II.5. Schemă pentru radiotelecomandă utilizînd releul rezonant:

1 — radioemițător; *2* — modulator; *3* — bloc cu butoane de comandă; *4* — radioreceptor; *5* — releu rezonant; *6* — lame vibrante.

Cele 3 frecvențe cu care se vor analiza comenzile independente trebuie să fie la distanță cît mai mare între ele.

Fiecare semnal de joasă frecvență face să vibreze lama, care intră în rezonanță. Lama vibrantă stabilește un circuit electric de comandă. În fig. II. 6 se vede cum sînt puse în

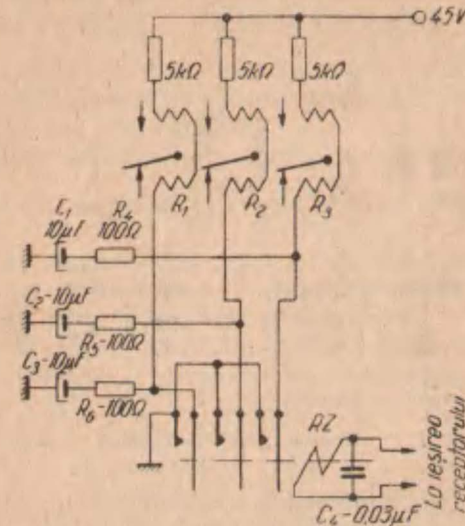


Fig. II.6. Schema de integrare pentru circuitele lamelor vibrante.

funcțiune releele R_1, R_2 sau R_3 prin intermediul lamei vibrante a releului selectiv. Capacitățile de 10 μF, în serie cu rezistențele R_4, R_5 sau R_6, care șuntează contactul lamei, constituie un circuit de temporizare. În perioadele de timp cît lama vibrantă întrerupe circuitul releului de lucru, energia acumulată în condensator, menține atrasă armătura lui.

Pentru evitarea scînteilor la contact se preferă introducerea unor tranzistoare suplimentare, astfel încît lama vibrantă să închidă circuitul de comandă al acestora. În felul acesta se evită scînteile ce provoacă arderea contactelor de pe lamele vibrante.

Evident, selectarea comenzilor cu ajutorul filtrelor electronice sau al releelor rezonante constituie un subiect mai vast care, din punct de vedere industrial, stă în atenția personalului de specialitate.

Filtrul LC şi rezonatorul cu corzi sau lame vibrante au fost folosite o dată cu apariţia instalaţiilor pentru telecomenzi şi se folosesc şi în momentul de faţă. Totuşi, astăzi se bucură de o atenţie mai mare blocurile combinate din elementele feromagnetice şi semiconductoare.

Mult utilizat este un tip de filtru LC cu două circuite. În fig. II.7 sînt prezentate schemele a patru variante de acest

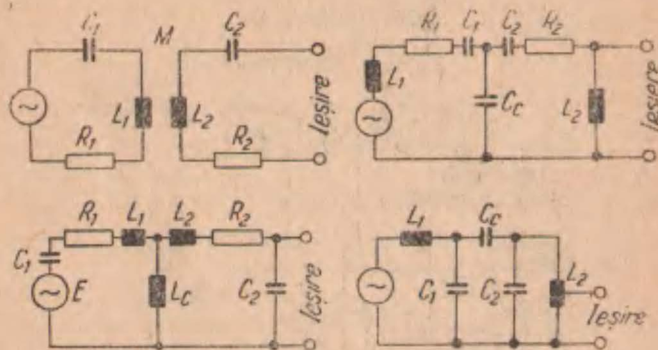


Fig. II.7. Scheme de filtre cu două circuite.

gen. Ele sînt un compromis între un circuit simplu LC şi filtre complicate cu mai multe inductanţe şi capacităţi. Aceste scheme permit mărirea numărului de relee de frecvenţă într-o gamă dată. Reglarea şi calculul lor sînt destul de simple. Fie K coeficientul de cuplaj dintre cele două filtre, M coeficientul de inducţie mutuală, C capacitatea şi L inductanţa. Particularităţile în calculul celor patru modele din fig. II. 7 se observă în valorile lui K, în ipoteza că : $C_1 = C_2 = C$; $L_1 = L_2 = L$; $C_c \gg C$ şi $L \gg L_c$; $K_a = \frac{M}{L}$; $K_b \approx \frac{C}{C_c}$; $K_c \approx \frac{L_c}{L}$ şi $K_d = \frac{C_c}{C}$.

Dacă $Q = \frac{\omega L_1}{r_1}$ şi $Q_2 = \frac{\omega L_2}{r_2}$ sînt factorii de calitate ai primului şi celui de-al doilea circuit, puterea maximă se transmite în cel de-al doilea, cînd :

$$K = \frac{1}{\sqrt{Q_1 Q_2}}. \qquad (1)$$

Pentru calculul unui asemenea filtru se folosesc metodele indicate în literatura de specialitate, însă se va ţine seamă că

în cazul de faţă o selectivitate bună pentru dezacorduri mari se obţine prin micşorarea coeficientului de cuplaj. În sfîrşit, se recomandă condiţia $QK < 1$.

La un filtru cu două circuite se obţine o selectivitate bună chiar dacă distanţa dintre două frecvenţe vecine este de 3 ori mai mare ca în cazul filtrelor simple.

Dacă la filtrul cu un circuit atenuarea circuitului rezonant creşte proporţional cu mărimea dezacordului frecvenţei, la filtrul cu două circuite atenuarea creşte aproximativ proporţional cu pătratul dezacordului.

Inductanţele folosite au factorul de calitate mare $\left(Q = \frac{\omega L_c}{r_c}\right)$. Ele se realizează pe miezuri de alsifer sau oxifer. Acestea au dimensiuni mai mici şi se bobinează mai uşor. Se obişnuieşte ca înaintea releului sensibil (polarizat) să se intercaleze un amplificator cu tranzistoare.

Obţinerea unei siguranţe mari în instalaţiile industriale pentru telecomenzi a impus adoptarea sistemelor cu cod cu două frecvenţe. Numai transmiterea simultană a ambelor frecvenţe asigură funcţionarea releului.

În fig. II. 8 se prezintă schema selectorului cu cod cu două frecvenţe. Secundarul transformatorului are două circuite acordate pe frecvenţa f_1, respectiv f_2.

Oscilaţiile de frecvenţă f_1 încarcă condensatorul C prin dioda D_1, astfel încît energia acumulată de el este suficientă pentru declanşarea releului R_1. Întrucît rezistenţa emitor-colector este destul de mare, releul în repaus nu este acţionat.

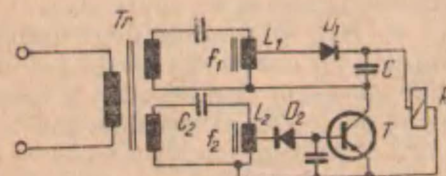


Fig. II.8. Schema de principiu a selectorului cu cod cu două frecvenţe fără surse de alimentare locală.

Dacă se aplică şi tensiunea de frecvenţă f_2 între bază şi emitor prin dioda D_2, tranzistorul este deblocat şi releul acţionează (montajul lucrează fără alimentare în c.c.). Deci, releul acţionează numai dacă sînt îndeplinite ambele condiţii amintite.

CAPITOLUL III

PARTICULARITĂȚILE RADIOEMIȚĂTOARELOR PENTRU TELECOMANDA MODELELOR

1. Scheme de principiu ale radioemițătoarelor

În capitolele precedente au fost prezentate particularitățile montajelor emițătoarelor și receptoarelor pentru telecomandă. S-a văzut că deosebirea esențială dintre acelea și cele de telecomunicație constă în procedeul de acționare a releului final de lucru (selectoare mecanice sau filtre acordate). Emițătorul este modulat în joasă frecvență, cu mai multe semnale aplicate, succesiv, prin intermediul unui comutator, butoane, chei telefonice etc.

De fapt, emițătorul pentru telecomanda modelelor nu se deosebește ca principiu de cele utilizate în telecomunicații. Aceste emițătoare sînt simplificate (este necesară o putere mult mai mică) cuprinzînd, de obicei, două etaje, unul oscilator și celălalt final.

Prin urmare, orice emițător modulat cu semnalul util telecomenzilor ar putea folosi pentru telecomanda modelului.

Ca și în schemele cu tuburi, oscilatoarele cu tranzistoare, pentru emițătoarele de acest gen, pot fi de diferite tipuri, care se găsesc descrise pe larg în literatură (oscilator *LC* tip Schnell, Hartley, Reinartz, Colpitts, Clapp, ECO, tranzitron, oscilatoare pilotate cu cristal de cuarț etc.).

În fig. III. 1 și III. 2 se prezintă două exemplare de emițătoare nestabilizate cu cristal de cuarț. Cel din fig. III.1 este format dintr-un singur etaj care are și rolul de oscilator Colpitts (trimerul de 5—25 pF asigură gradul de reacție), iar cel din fig. III. 2 este un emițător cu două etaje. Oscilatorul este modulat în amplitudine, iar regimul de funcționare este ales prin poziția cursorului reostatului R_2 de 1 kΩ.

Dioda, împreună cu microampermetrul, se folosesc pentru obținerea acordului optim. Schema lucrează pe 7 MHz, cu o putere în antenă de 15 mW. Modulația se poate aplica pe baza sau pe colectorul tranzistorului final, prin intermediul unui transformator de audiofrecvență.

Dacă în fonie sau telegrafie nestabilitatea frecvenței nu deranjează prea mult, în telecomandă ea constituie o condiție esențială. Din acest motiv, se recomandă a se utiliza

emițătorul stabilizat cu cuarț. În cele ce urmează se prezintă cîteva proprietăți ale acestor emițătoare.

Folosind tranzistoare cu contacte punctiforme, cristalul se poate conecta ca circuit rezonant serie (fig. III.3, *a*) sau ca circuit rezonant derivație (fig. III.3, *b*).

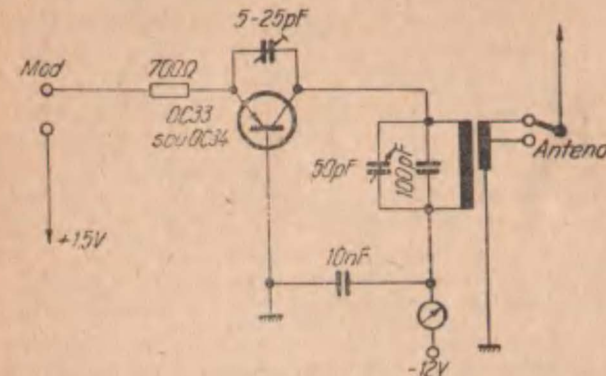


Fig. III.1. Schema de principiu a unui emițător lucrînd ca simplu oscilator, nepilotat cu cristal de cuarț.

În fig. III. 3, *a*, reacția, care este selectivă, se obține prin aplicarea oscilațiilor de pe colector pe emițător și trec numai oscilațiile care corespund cu frecvența de rezonanță serie a

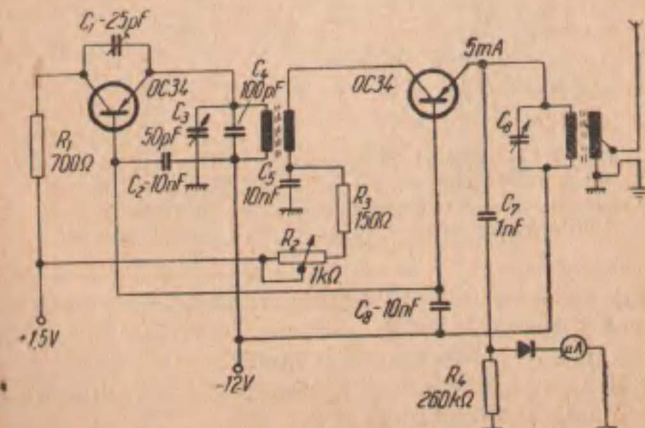


Fig. III. 2. Schema de principiu a unui emițător cu două etaje.

cristalului. În fig. III. 3, *b* cuarţul ţine loc de circuit oscilant *LC*. Prin inductanţa L_r trece componenta continuă la baza tranzistorului. În acelaşi timp, bobina poate genera oscilaţii parazite. Acestea se evită prin montarea unei rezistenţe

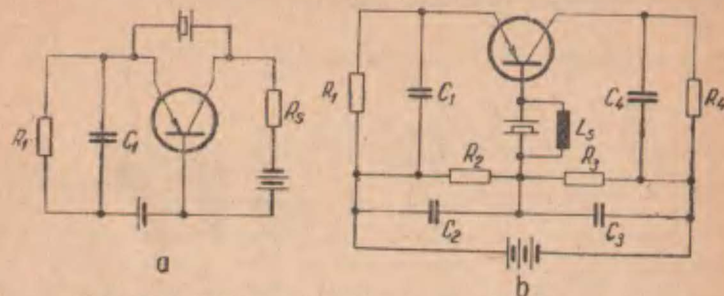


Fig. III.3. Oscilatoare stabilizate cu cristale de cuarţ:
a — cuarţul montat ca circuit rezonant serie; *b* — cuarţul montat ca circuit rezonant derivaţie.

de 1 kΩ în serie cu L_r (nu este desenată pe figură). Astfel, factorul de calitate al circuitului parazit se va înrăutăţi şi oscilaţiile vor fi stinse.

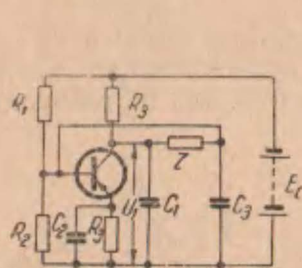


Fig. III.4. Schema de principiu a unui oscilator cu cuarţ, care utilizează rezonanţa derivaţie a cuarţului.

Fig. III. 5. Schema echivalentă a unui cristal de cuarţ.

În fig. III. 4 se prezintă schema de principiu a unui oscilator cu cuarţ care utilizează rezonanţa derivaţie a cristalului, iar în fig. III. 5 — schema echivalentă a cuarţului.

Se obţine o stabilitate de frecvenţă cît mai bună dacă se alege valoarea maximă pentru:

$$C_p = \frac{C_1 C_3}{C_1 + C_3}. \qquad (2)$$

Mărimea lui C_p nu trebuie să depăşească însă pe cea impusă de condiţia:

$$C_{p\,max} \leqslant \frac{1}{2\omega}\sqrt{\frac{S}{R_s}}, \qquad (3)$$

în care $\omega = 2\pi f$; *S* este panta internă a tranzistorului, iar R_s — rezistenţa serie a cristalului.

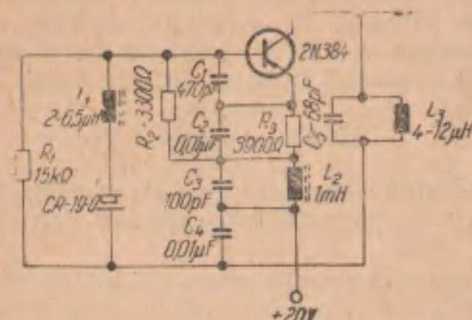


Fig. III.6. Schema de principiu a unui oscilator cu cuarţ pe frecvenţa de 9 MHz.

Relaţia (3) este valabilă pentru cazul cînd $\frac{C_1}{C_1+C_3} = 0{,}5$.

În fig. III. 6 s-a prezentat schema de principiu a unui oscilator cu cuarţ, de tip Colpitts. Cuarţul funcţionează pe frecvenţa de rezonanţă serie şi anume pe 9 MHz. Tranzistorul trebuie să aibă o frecvenţă de tăiere de aproximativ 10 ori mai mare ca cea de lucru.

Particularitatea schemei constă în faptul că sarcina este conectată în aşa fel, încît se realizează o separare faţă de oscilator. Condiţia este ca valoarea capacităţii colector-bază a tranzistorului să fie cît mai mică.

În fig. III. 7 se observă că circuitul oscilant *LC* dă posibilitatea ca oscilatorul de tip Colpitts să fie acordat pe o armonică superioară a frecvenţei de bază a cristalului.

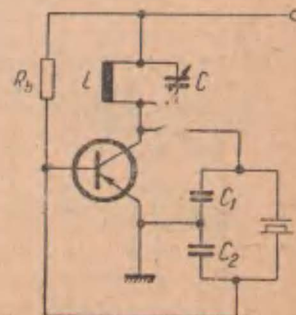


Fig. III.7. Schema de principiu a unui oscilator lucrînd pe o armonică superioară frecvenţei cristalului.

Față de avantajele amintite se preferă utilizarea schemelor cu cristale de cuarț.

Înainte de a trece la cîteva exemplificări este necesar să se precizeze criteriile de alegere a frecvenței radio. Montajele pentru modele trebuie să fie de dimensiuni reduse, cu antene mici, care să nu incomodeze în transport și manipulare. Prin urmare, cunoscînd că dimensiunea antenei descrește cu mărirea frecvenței, se preferă o valoare a frecvenței radio cît mai ridicată, în domeniul undelor ultrascurte. Antenele de emisie vor fi de gen telescopic, cu lungimea egală cu $\lambda/4$. La calculul lungimii se ține seamă de relația :

$$\lambda(m) = \frac{300\,000}{f(\text{kHz})}.$$

Se va ține seamă că nu este voie să se utilizeze alte frecvențe decît cele rezervate radioamatorilor (3,5; 7; 14; 21; 28; 144 MHz etc.).

Dacă se alege o frecvență inferioară lui 28 MHz, rezultă dimensiunea antenei prea mare, iar dacă se preferă o frecvență superioară, se întîmpină greutăți în procurarea cristalelor de cuarț (de fapt cristalele, prin construcție, n-au proprietatea de a oscila pe frecvențe mai mari de aproximativ 40 MHz). De altfel și procurarea tranzistoarelor pentru lucrul la asemenea frecvențe constituie, de multe ori, o problemă (tipurile de tranzistoare indicate în scheme pot fi înlocuite cu alte tipuri, dacă se respectă caracteristicile de funcționare : frecvența de lucru, curentul de colector, tensiunea de polarizare a bazei etc). Iată de ce valoarea de 28 MHz este preferată

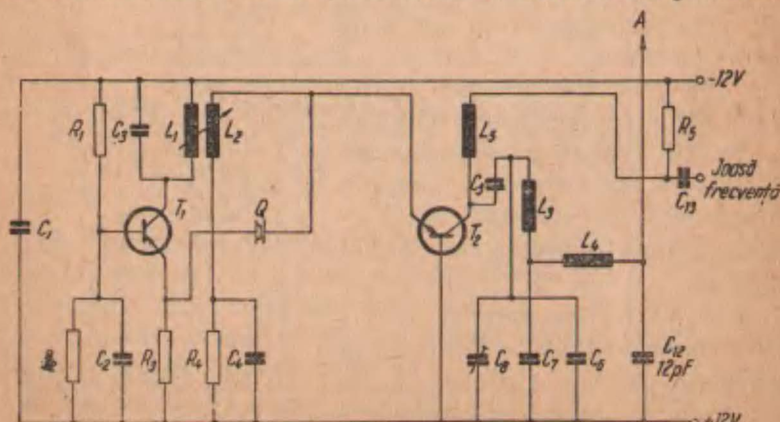


Fig. III.8. Schema de principiu a emițătorului pentru 27,12 MHz.

pentru telecomanda modelelor. Schema unui asemenea emițător este prezentată în fig. III.8.

Tranzistorul T_1 constituie un oscilator pilotat cu cristal de cuarț (Q). Oscilațiile debitate pe circuitul acordat C_3L_1 sînt transmise pe baza tranzistorului T_2 prin bobina acordată L_2 printr-o bobină de șoc de radiofrecvență L_5.

Emițătorul debitează pe sarcina L_3C_8 energia care trece în antenă printr-un filtru (în Π) acordat (denumit și filtru Colins).

Cea mai indicată metodă de acordare a antenei cu etajul emițător se realizează cu ajutorul filtrului Colins. În alte cazuri se utilizează cuplarea directă a antenei pe inductanța de sarcină prevăzută cu ploturi pentru acord. Emițătorul descris lucrează pe 27,12 MHz, are o putere de 10—20 mW și se utilizează la telecomenzile pentru navomodele.

În fig. III.9 este prezentat un emițător de putere mai mare.

Primul etaj oscilator, stabilizat cu cristal de cuarț de 27,12 MHz, debitează radiofrecvența pe emitoarele a două tranzistoare montate în contratimp.

Impedanța de sarcină o constituie bobina L_7.

Semnalul ajunge pe antenă prin inductanța L_9 și bobina de adaptare L_8. Antena este tot de tip telescopic, cu lungimea de 2,62 m. Modulația, care poate fi 100%, se aplică pe bazele tranzistoarelor finale T_{15} și T_{16}.

Puterea în antenă este de minimum 30mW și poate asigura telecomanda unui aeromodel. Se adaptează ușor la o schemă cu 3, 5 sau 9 frecvențe de modulație.

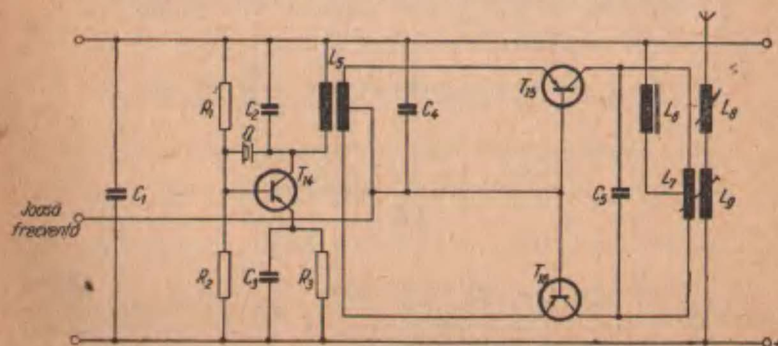


Fig. III.9. Schema de principiu a unui emițător avînd etajul final în contratimp.

2. Modulația radioemițătoarelor pentru telecomanda modelelor

După cum s-a amintit, se preferă, în majoritatea cazurilor, modulația în amplitudine. Se realizează astfel un număr ridicat de telecomenzi, pe o bandă de frecvență radio foarte îngustă.

Ca sursă de modulație se pot folosi generatoare sinusoidale de audiofrecvență, multivibratoare, generatoare de impulsuri în diferite forme etc.

Pentru telecomanda modelelor sînt satisfăcătoare generatoarele de radiofrecvență de tip *LC* sau *RC*, precum și multivibratoarele. După cum se știe, aceste generatoare au o construcție simplă, clasică, destinate pentru a realiza o modulație a emițătorului de 100%.

Pe același canal radio se obțin mai multe comenzi dacă se introduc în emițător, succesiv, (cu ajutorul unui comutator, buton, cheie etc.) frecvențele joase de la mai multe oscilatoare montate în aceeași cutie. Numărul comenzilor obținute prin acest procedeu este de ordinul zecilor.

În fig. III.10 se prezintă schema unui generator de modulație pentru emițătoare destinate acționării modelelor.

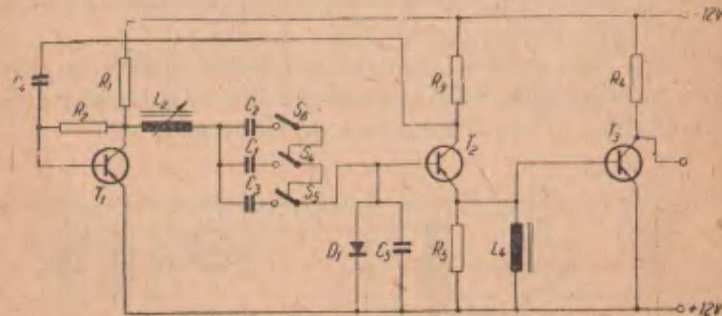


Fig. III.10. Schemă pentru modularea emițătorului cu trei semnale.

Butoanele S_4, S_5, S_6 conectează, pe rînd, pe colectorul tranzistorului T_1, capacitățile C_1, C_2 sau C_3. Valoarea lor determină frecvența de modulație.

Schema prezintă posibilitatea de a obține mărimea semnalului corespunzătoare pentru modulația de 100%.

După cum se observă, oscilațiile, produse de tranzistoarele T_1, T_2, sînt culese de tranzistorul T_3 de pe sarcina conectată pe emitorul lui T_2. De pe rezistența R_4 (sarcina lui T_3) semnalul este cules și trimis în etajul emițător.

Procedeul de obținere a mai multor semnale de modulație de la același generator nu este complicat și, după cum se va vedea în capitolul de prezentare a schemelor realizate, se pot obține 6 sau 9 comenzi folosind una sau mai multe grupe de oscilatoare ca cele descrise, cu condiția ca fiecare semnal să fie generat pe rînd.

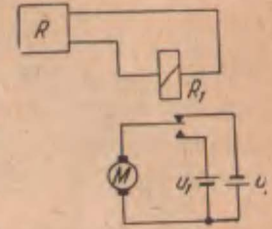


Fig. III.11. Schemă pentru variația continuă a vitezei motorului.

Cum se procedează la realizarea unei acționări cu variație continuă, de exemplu reglarea vitezei motorului electric? Se utilizează un multivibrator a cărui proprietate în reglaj satisface condiția cerută. Se consideră schema din fig. III.11, care conține un receptor *R* și un releu R_1 montat la ieșirea din etajul final. Contactele sale dau posibilitatea cuplării, pe rînd, a motorului la cele două surse de alimentare.

După cum se observă, dacă releul este atras, motorul se rotește numai într-un sens, iar dacă este decuplat — în sens opus.

Receptorul primește semnale sub formă de impulsuri dreptunghiulare, cu frecvența de 20—50 Hz (fig. III.12), provenite de la un multivibrator care modulează emițătorul.

Releul este acționat în ritmul impulsurilor. Dacă durata



Fig. III.12. Impulsuri de durată diferită, obținute de la un multivibrator cu reglaj continuu.

impulsului este egală cu durata pauzei, motorul va sta pe loc.

Dacă durata impulsului este mai mare decît a pauzei, motorul se va roti în sensul corespunzător.

Dispozitivul se aplică la acționarea direcției de zbor a unui aeromodel etc.

Schema de principiu a unui multivibrator, lucrînd cu o frecvență de repetiție de 30 Hz, cu impulsuri dreptunghiulare, este prezentată în fig. III. 13.

Cînd condensatorul C_1 se încarcă, tranzistorul T_1 conduce. În semiperioada a doua, tranzistorul T_1 este blocat și T_2 conduce, iar condensatorul C_1 se descarcă pe rezistența R_1. Astfel, variația tensiunii de pe colectorul tranzistorului este de formă dreptunghiulară, cu fronturi scurte.

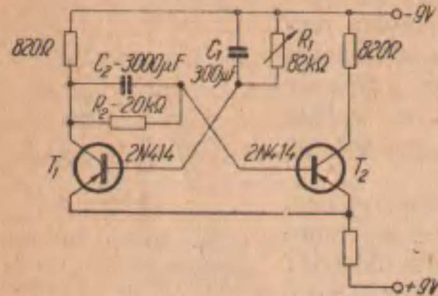


Fig. III.13. Schema de principiu a unui multivibrator.

Modificarea lui R_1 duce la variația raportului dintre cele două stări cvasistabile.

În cele ce urmează se prezintă cîteva relații sumare cu privire la un multivibrator folosit în emițătoare pentru telecomanda modelelor. Se consideră ca exemplu un multivibrator cu cuplaj *RC* colector-bază și rezistență în emitor (fig. III. 14).

De obicei, cuplajul colector-bază la multivibrator determină ca tranzistoarele să lucreze în stare de saturație.

De asemenea se va mări timpul de basculare a multivibratorului datorită și cuplajului prin condensator între cele două tranzistoare.

Schema prezentată înlătură cele două dezavantaje amintite. Primul dezavantaj este înlăturat datorită conectării rezistenței R_B la borna pozitivă a sursei, iar al doilea este micșorat prin introducerea grupului *RC* de cuplaj între tranzistoare.

Grupul R_eC_e din circuitul emitor înlătură în mare parte, influența saturației asupra procesului de basculare. Forma undei este îmbunătățită prin introducerea grupului R_EC_E.

Tensiunea sursei de alimentare se alege astfel, încît să fie satisfăcută relația $U_c = 2U_m + U_{e\,max}$, în care U_m este amplitudinea impulsului (de obicei, în jur de 10 V), iar $U_{e\,max}$ este tensiunea maximă la bornele rezistenței de emitor, avînd cel mult 2—3 V).

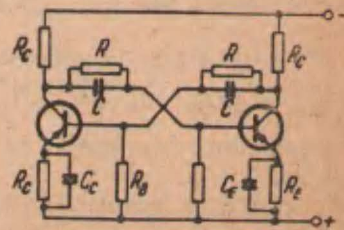


Fig. III.14. Schema multivibratorului cu cuplaj *RC* colector-bază și rezistență în emitor.

În orice caz tensiunea maximă admisibilă a tranzistorului trebuie să fie mai mică decît U_c calculat.

În fig. III. 15 punctul *P* determină regimul de lucru al multivibratorului. Pentru fixarea regimului de lucru și alegerea valorilor pieselor se procedează mai departe în felul următor: se află de pe diagramă curentul I_c, care nu trebuie să depășească valoarea admisă. Rezistența R_E se alege practic între 0,3 și 0,5 kΩ. Rezistența R_C este dată de relația:

$$R_C = \frac{E_C - E_E}{I_C}. \tag{4}$$

Valoarea lui R_B se ia între 10 și 30 kΩ, iar rezistența *R* este dată de expresia:

$$R = \frac{R_C R_B}{R_E + R_B}. \tag{5}$$

Rezistența *R* trebuie să aibă o valoare între 50 și 70 kΩ. Condensatorul *C* are o valoare cuprinsă între 1 000 și 2 000 pF.

Frecvența aleasă s-a notat cu *f*. Semnificația celorlalți termeni se vede în schemă.

Valoarea capacității condensatorului C_E trebuie să satisfacă inegalitatea:

$$C_E > \frac{1}{f_a R_E}. \tag{7}$$

în care f_a este frecvența de tăiere a tranzistorului.

În mod obișnuit capacitatea C_E este cuprinsă între 300 și 1 000 pF.

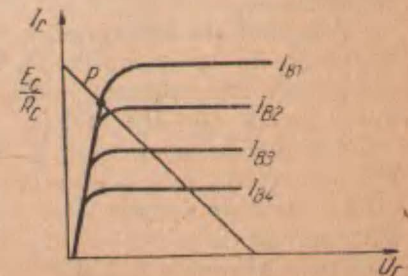


Fig. III.15. Alegerea regimului de lucru al multivibratorului.

2. PARTICULARITĂȚILE RADIORECEPTOARELOR PENTRU TELECOMANDA MODELELOR

1. Scheme de principiu ale radioreceptoarelor

Deoarece literatura de radiotehnică este, la ora actuală, bogată în scheme de radioreceptoare tranzistorizate, în cele ce urmează vor fi prezentate numai particularitățile schemelor care interesează.

Mai importantă este partea de radiofrecvență unde, datorită tipurilor moderne de tranzistoare, a fost posibilă folosirea acestora și în montajele de telecomandă lucrînd pe unde scurte sau ultrascurte.

Dintre tipurile de radioreceptoare cunoscute (simple, fără amplificare, cu amplificare directă cu reacție, superreacție, sau de tip superheterodină) receptorul cu superreacție s-a dovedit a fi cel mai corespunzător pentru telecomanda modelelor. Bineînțeles, o superheterodină ar fi ideală, însă prețul ei se ridică mult în comparație cu cel al receptorului cu superreacție. Totuși, dacă radioamatorul are un receptor superheterodină lucrînd pe frecvența de 28 MHz, echipat cu tranzistoare, și este dipsus să-l folosească pentru telecomanda modelului, atunci fără a demonta partea de radio frecvență, va adopta la el sistemul de joasă frecvență cu dispozitivul de selectare. De obicei, se preferă o schemă ce poate fi construită la un volum cît mai redus și greutate mică. Sensibilitatea ce se obține de la o superheterodină obișnuită, este, de multe ori, mai mică decît la o schemă superreacție.

Schemele de superreacție realizate posedă o sensibilitate la intrare de aproximativ 5 μV (mult mai bună ca la unele receptoare din comerț), oscilațiile de superreacție fiind de aproximativ 40—100 kHz.

Schema de bază a unui receptor superreacție, destinat telecomenzilor, este prezentată în fig. IV. 1. Este o variantă cît se poate de simplă, dar cu sensibilitate înaltă, după cum s-a amintit.

Cuplajul dintre bobinele L_1 și L_2 este foarte strîns. Baza tranzistorului nu este polarizată inițial. Ca atare, și oscilațiile ce apar sînt de amplitudine mică. Ele sînt redresate de

joncțiunea emitor-bază. Ca urmare a acestei redresări ia naștere o componentă de curent continuu care încarcă condensatorul C_1 în așa fel, încît la un moment dat apare o tensiune pozitivă pe bază și blochează tranzistorul.

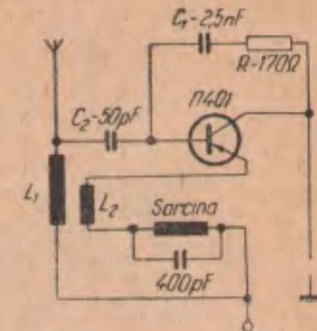


Fig. IV.1. Schema de principiu a unui receptor superreacție.

Oscilațiile sînt întrerupte, iar condensatorul C_1 se descarcă pe R și rezistența inversă emitor-bază. După descărcarea lui C_1 reapar oscilațiile. Frecvența de repetare a fenomenului descris este superaudibilă și se numește frecvență de superreacție. Se pot obține asemenea oscilații cu amplitudine mare, fapt ce determină o amplificare, deci o sensibilitate a montajului cu totul deosebită. Peste aceste trenuri de oscilații este suprapus semnalul cules de antenă. Impedanța de sarcină este șuntată de capacitatea de 400 pF, care constituie un obstacol numai pentru joasa frecvență. Stabilitatea montajului este destul de bună. El are și proprietatea de autolimitare, făcînd ca puterile pe sarcină să fie aproximativ egale pentru diferite mărimi ale semnalelor de intrare (proprietatea este similară cu cea a circuitului de reglaj automat al amplificării din superheterodină). Trebuie amintit că valorile capacităților condensatoarelor C_1 și C_2 determină gradul de reacție și, prin urmare, amplificarea montajului. Reglarea lor va compensa scăderea de amplificare proprie tranzistoarelor la frecvențe înalte.

În fig. IV. 2 este prezentată o schemă superreacție pentru a lucra în unde ultrascurte. Spre deosebire de schema anterioară, frecvența de superreacție este produsă de al doilea etaj echipat cu tranzistorul П 6A.

Reacția se obține prin înfășurările transformatorului Tr_1, iar regimul de lucru se fixează cu rezistența R_1.

Primul etaj este un oscilator Colpitts care folosește capacitățile parazite ale tranzistorului.

Tranzistorul T_1 este alimentat în ritmul frecvenței de superreacție din secundarul transformatorului Tr_1.

Tensiunea de pe secundarul acestuia poate fi de zece ori mai mare decît tensiunea bateriei de alimentare, constituind un mare avantaj.

Dacă se conectează în locul sarcinii o cască de aproximativ 2—4 kΩ se obține audiția normală prin reglarea rezistenței R_1. Se folosește un potențiometru de 3—5 kΩ, care se ajustează pînă cînd dispare fișiitul caracteristic aparatelor superreacție, în schimbul audiției de calitate.

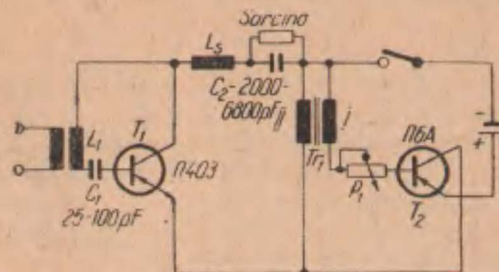


Fig. IV.2. Schema de principiu a unui receptor superreacție cu două tranzistoare.

Pentru frecvența de 28 MHz, bobina de acord L_1 are 8 spire din conductor neizolat de diametru 1 mm, cu diametrul spirei de 10 mm. Bobina de șoc L_s are 60 spire. Transformatorul Tr_1 are primarul de 50 spire și secundarul de 100 spire, cu conductor de 0,1—0,15 mm, pe miez de permalloy de 10 mm².

Tot o schemă pentru lucrul în banda 28—29 MHz este și cea din fig. IV.3.

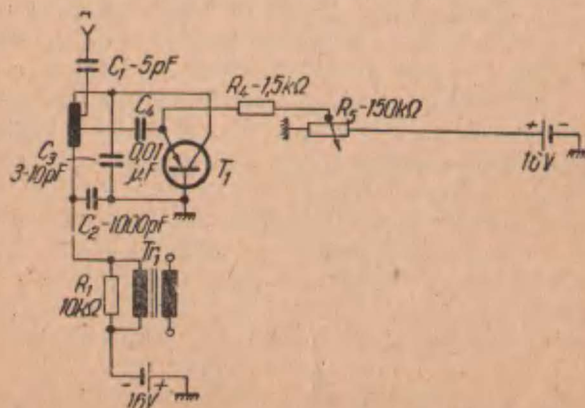


Fig. IV.3. Schema de principiu a unui receptor superreacție lucrînd în banda 28—29 MHz.

Tranzistorul este de tip П 403, montat în circuitul oscilant L_1C_3 (tip Hartley). Alimentarea este realizată cu două baterii separate.

Transformatorul Tr_1 trece semnalul de audiofrecvență pe baza primului tranzistor amplificator în joasă frecvență.

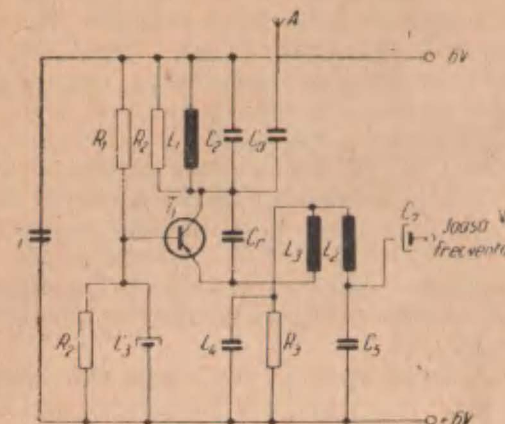


Fig. IV.4. Schema de principiu a unui receptor superreacție destinat telecomenzilor modelelor prin radio.

Pentru amplificarea semnalului util sînt folosite mai multe etaje care nu sînt prevăzute în schemă.

O ultimă schemă de receptor superreacție pentru telecomanda modelelor este prezentată în fig. IV. 4.

Circuitul oscilant L_1C_2 primește semnalul din antenă, iar L_3C_4 obligă tranzistorul să oscileze pe frecvența de superreacție (în cazul de față de 80 kHz).

Frecvența radio de lucru este de 27 MHz. Datele constructive vor fi prezentate în capitolul care tratează construcția radioreceptoarelor.

2. Etajele de joasă frecvență și dispozitivele de selectare din radioreceptoare

În telecomanda modelelor se preferă folosirea releului cu lame vibrante. Este foarte avantajoasă o asemenea schemă, deoarece întreg receptorul nu cîntărește decît 30—50 g.

Un releu de rezonanță cu miez de permalloy, pentru 8—9 comenzi distincte, are în mod obișnuit dimensiunea de aproximativ 30 × 20 × 15 mm.

Dacă cuplajul între etajele de joasă frecvență se realizează prin capacități și rezistențe, greutatea întregului ansamblu va fi atît de mică, încît va satisface pe deplin folosirea lui la aeromodele. Etajele de joasă frecvență, care în mod obișnuit sînt în număr de 3, se realizează după scheme foarte asemănătoare cu ale celor din radioreceptoarele obișnuite. Exemple nenumărate se găsesc în literatura de radiotehnică (în special în colecția „Radio și televiziune").

Ținînd seamă de particularitățile cerute în telecomanda prin radio au fost executate diferite variante de etaje de joasă frecvență, dintre care vor fi tratate cîteva în capitolul ce urmează.

Un alt procedeu de obținere a selecției comenzilor ce se preferă de obicei este cel dotat cu filtre audio tip *LC* și mai rar cu filtre *RC*.

În general, frecvențele de modulație sînt cuprinse între 50 și 1 500 Hz.

De reținut în concluzie, că cele două sisteme amintite, pentru selectarea comenzilor, sînt preferate și recomandate în construcția modelelor telecomandate.

CAPITOLUL V

SCHEME PRACTICE DE RADIOEMIȚĂTOARE PENTRU TELECOMANDA MODELELOR

Se prezintă pentru început un montaj simplu, tranzistorizat, monocanal (fig. V.1). Tranzistorul AF 115 este montat ca oscilator pilotat cu un cristal de cuarț, pe 27,12 MHz.

Cuarțul este conectat între emitorul celui de-al doilea tranzistor AFZ 10 și emitorul tranzistorului din etajul oscilator. Cel de-al doilea etaj (care este și final) trimite semnalul, prin condensatorul C_5 și bobina L_3, la un filtru Colins, compus din inductanța L_4 și condensatoarele C_7, C_8.

Antena este telescopică, în λ/4 (2,62 m).

Prin bobina de șoc L_5 se aplică pe colectorul tranzistorului T_2 semnalul de modulație.

Bobina L_1 are 11 spire din conductor de cupru izolat cu mătase, cu diametrul de 0,6 mm. Carcasa este din trolit, cu diametrul de 7 mm și miez de ferocart.

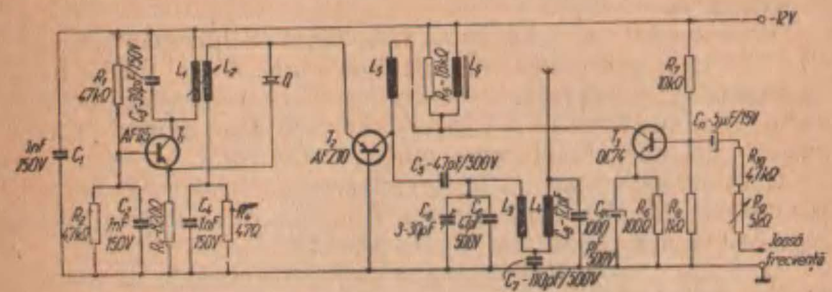


Fig. V.1. Schema de principiu a unui emițător monocanal tranzistorizat

Bobina L_2 are 4 spire cu același conductor, pe carcasa lui L_1.

Bobina L_3 are 13 spire Cu Em, 1 mm, bobinate în aer. Diametrul bobinei este de 15 mm.

Inductanța L_4 are un număr de 3 spire din conductor cu diametrul de 0,6 mm, bobinat în aer cu diametrul de 10 mm.

Bobina de șoc L_5 are 50 spire din conductor CuEm, 0,1 mm, bobinate spiră lîngă spiră, pe o rezistență de 1 MΩ, 0,5 W.

Modulatorul, a cărui schemă este prezentată separat în fig. V.2, este un oscilator de audiofrecvență.

Transformatorul de modulație *Tr* folosește un miez din tole silicioase cu secțiunea de 1 cm². Primarul are 3 000 spire, din conductor Cu Em, 0,1 mm, iar secundarul, 200 spire, cu conductor de 0,3 mm.

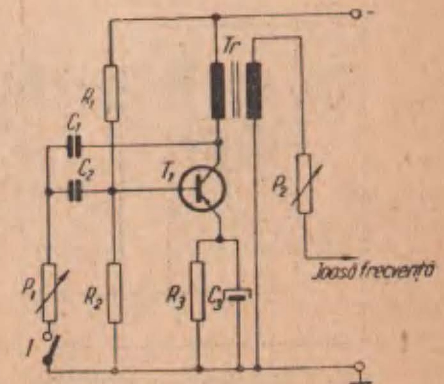


Fig. V.2. Schema de principiu a modulatorului emițătorului monocanal.

Semnalul de modulație se obține prin cuplarea întreruptorului *I* și frecvența audio se reglează cu potențiometrul P_1. Semnalul rezultat la bornele potențiometrului P_1 trece

în etajul final de modulaţie pe baza tranzistorului OC74 din schema emiţătorului.

Acordul emiţătorului şi cuplarea optimă cu antena vor fi tratate la capitolul 8.

Radioemiţătorul cu schema din fig. V.3 lucrează tot pe 27,12 MHz şi este pilotat cu cristal de cuarţ. Avînd numai un tranzistor în etajul final de ieşire, puterea lui absorbită de la sursa de alimentare nu va depăşi 80 mW. Prin urmare, nici raza de acţiune nu este prea mare (0,5—1 km).

Cristalul este conectat între emitorul şi colectorul tranzistorului П 402, al cărui regim de funcţionare se obţine prin reglarea valorii rezistenţei R_2 de 2,5 kΩ.

Cu toate că s-au folosit tranzistoare cu frecvenţa de lucru pînă la 100 MHz, randamentul întregului montaj nu depăşeşte 50%.

Antena de tip telescopic în λ/4 are lungimea de 2,62 m şi impedanţa de 40 Ω.

Modulaţia se aplică direct pe bobina de acord L_3 prin bobina de şoc de înaltă frecvenţă $L_{ş}$, de la etajul amplificator de audiofrecvenţă.

Inductanţa L_1 are 15 spire; L_2 are 3 spire, ambele fiind executate cu conductor de 0,5 mm, CuEm + M.

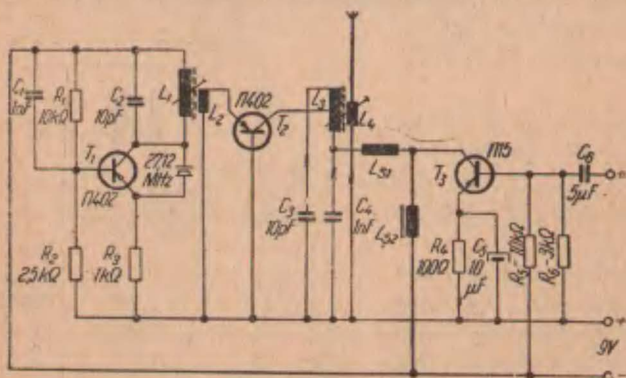


Fig. V.3. Schema de principiu a radioemiţătorului pentru 27,12 MHz, cu un tranzistor în etajul final.

Inductanţa L_3 are 16 spire din conductor CuEm 0,8 mm şi este prevăzută cu priză mediană. Inductanţa L_4 are 3 spire din acelaşi conductor ca şi L_3.

Bobinele sînt executate pe suport de trolit cu diametrul de 7 mm şi sînt prevăzute cu miez magnetic.

Tranzistoarele T_1 şi T_2 sînt de tip П 402, iar T_3 este tip OC 821. Tensiunea de alimentare este de 9 V.

În continuare se prezintă şi cîteva variante ale oscilatoarelor de modulaţie. Astfel, în schema din fig. V. 4 cele două

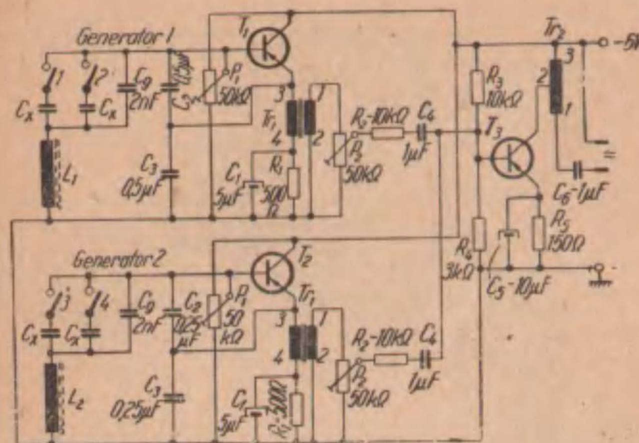


Fig. V.4. Generatoare sinusoidale pentru modularea în amplitudine a emiţătoarelor.

generatoare sinusoidale au stabilitate termică datorită rezistenţei şi capacităţii introduse în circuitul emitorului.

Sarcina o constituie transformatorul Tr_1 de pe emitor, iar regimul de funcţionare se fixează cu potenţiometrul P_1 de 50 kΩ, care poate fi înlocuit cu o rezistenţă fixă.

Valoarea capacităţii C_x s-a ales astfel, încît generatorul *1* funcţionează între 750 Hz (pentru C_x = 70 nF) şi 2 500 Hz (pentru C_x = 5nF), iar generatorul *2* între 1 500 Hz şi 4 000 Hz.

Etajul amplificator foloseşte un tranzistor T_3 cu factor de amplificare mai mare decît 80. Gradul de modulaţie se obţine prin reglarea potenţiometrului P_2 de 500 kΩ şi în cazul a două semnale în acelaşi timp nu trebuie să depăşească 45%, întrucît — pentru o valoare mai mare — selectorul receptorului va lucra defectuos.

Transformatorul Tr_1 are primarul format din 200 spire şi secundarul din 600 spire, ambele cu conductor CuEm, 0,2 mm. Secţiunea miezului este de 0,25—0,5 cm².

Transformatorul Tr_2, între conexiunile *1* și *2*, are 4 000 spire de 0,06 mm și între *2* și *3* are 300 spire, din conductor de 0,12 mm, izolat cu email.

O altă variantă a schemei descrise este cea din fig. V.5. După cum se observă, nu există modificări esențiale. Cele

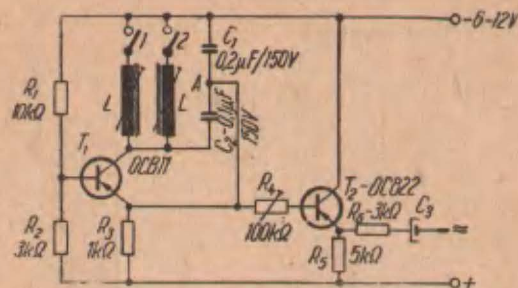


Fig. V.5. Schema de principiu a modulatorului pentru două comenzi

două frecvențe se obțin de această dată folosind inductanțe diferite, cuplate, succesiv, în circuitul colectorului.

Al doilea tranzistor, cu rol de amplificator de putere, primește polarizarea direct de pe emitorul oscilatorului. În felul acesta, prezintă o stabilitate mai mare a frecvenței.

Gradul de amplificare, deci și de modulație, se obține cu potențiometrul de 100 kΩ.

Semnalul de audiofrecvență este cules din punctul *A* al circuitului oscilatorului și adus pe baza tranzistorului T_2 prin intermediul potențiometrului de 100 kΩ.

Inductanța *L*, pentru 2 500 Hz, are 350 spire, pentru 1 000 Hz — 875 spire și pentru 700 Hz — 1 450 spire. Se

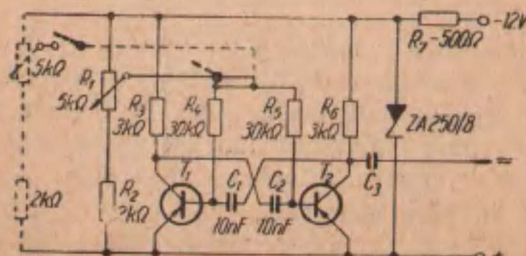


Fig V.6. Schema de principiu a unui multivibrator pentru 800—2 000 Hz.

bobinează pe suport cilindric din material izolant cu diametrul de 7,5 mm și miez reglabil de ferocart. Conductorul are diametrul de 0,12 mm și este izolat cu email.

În fig. V.6 se prezintă schema unui multivibrator care, după cum s-a mai amintit, asigură reglajul uniform al frecvenței (în cazul de față între 800 și 2 000 Hz, corespunzător, de exemplu, pentru modificarea vitezei unui motoraș din schema receptorului).

Valoarea frecvenței este stabilită de mărimea rezistențelor R_4, R_5 și capacităților C_1, C_2, iar amplitudinea semnalului de reglează cu potențiometrul R_1 de 5 kΩ. Forma impulsului este aproximativ dreptunghiulară.

În fig. V.7 se prezintă schema de principiu a unui emițător, cu posibilitatea de a transmite trei comenzi. Frecvența purtătoare este tot de 27,12 MHz, iar oscilatorul, pilotat cu cristal de cuarț.

Partea de înaltă frecvență este deosebită de a schemelor anterioare, prin felul cum se aplică modulația de pe colectorul lui T_3 (amplificator final de audiofrecvență).

Frecvența de modulație este cuprinsă între 2 și 12 kHz.

Prin mici completări se pot realiza 5 sau 9 comenzi.

Butoanele S_4—S_6 dau posibilitatea alegerii uneia din cele trei frecvențe.

O schemă completă, în care se indică și valorile de execuție, destinată emiterii semnalelor pe trei canale, este prezentată în fig. V.8. Oscilatorul de radiofrecvență (27,12 MHz) este pilotat cu cristal de cuarț.

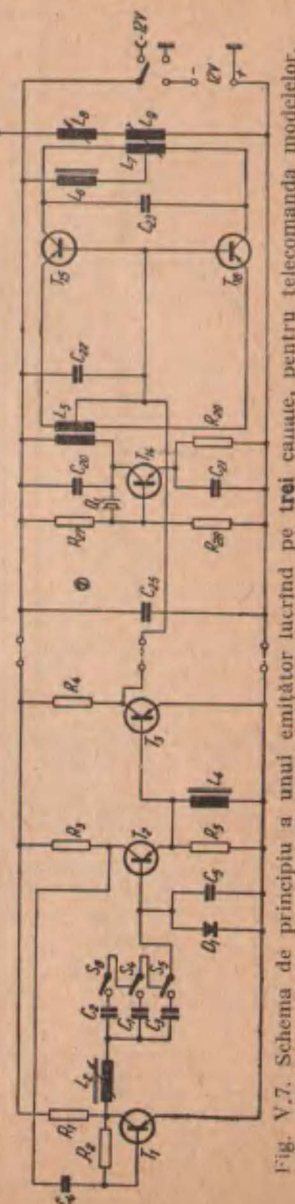


Fig. V.7. Schema de principiu a unui emițător lucrînd pe **trei** canale, pentru telecomanda modelelor.

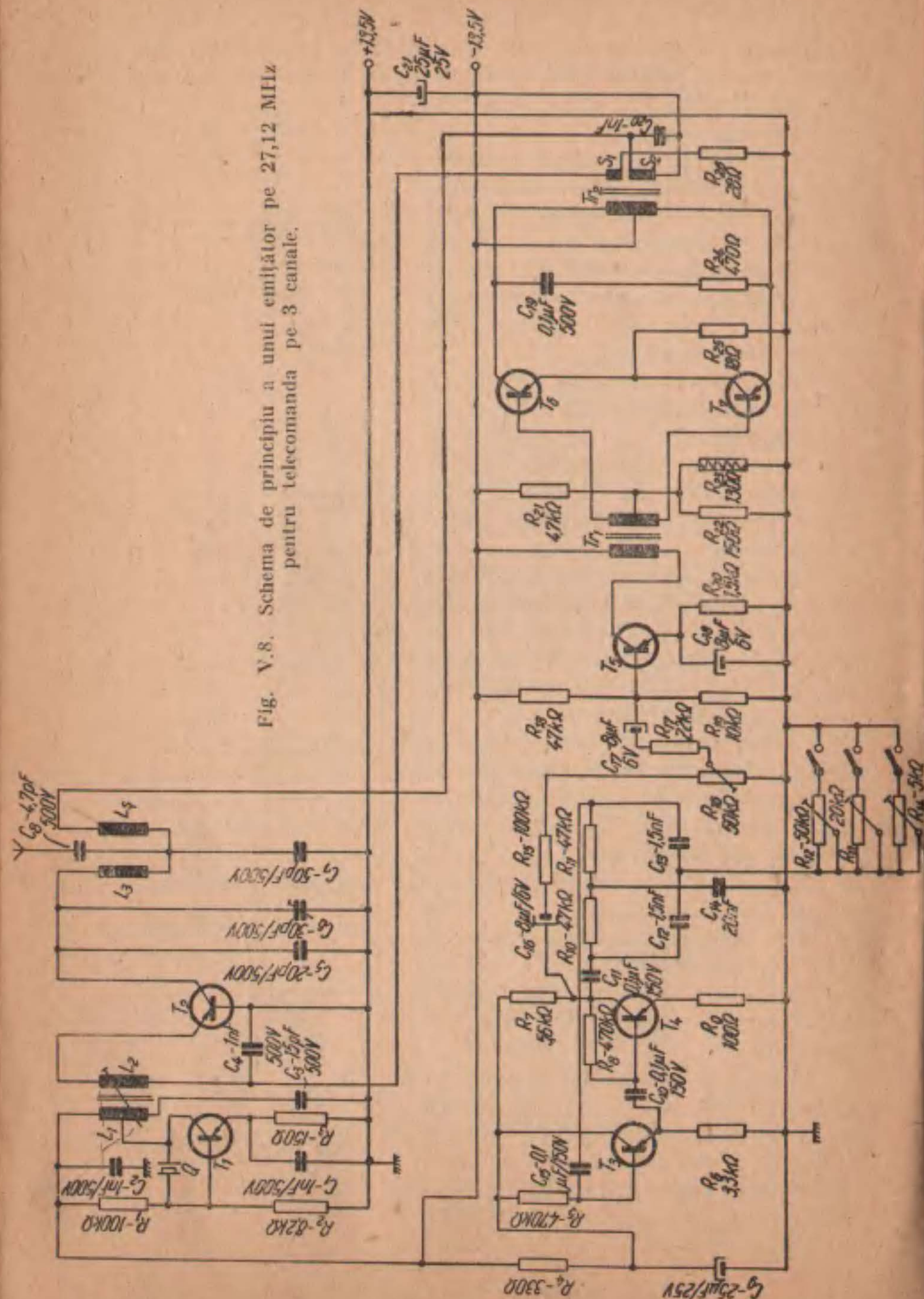


Fig. V.8. Schema de principiu a unui emițător pe 27,12 MHz pentru telecomanda pe 3 canale.

Tranzistorul oscilatorului este de tip OC 614 sau AF 112. Etajul final al emițătorului cuprinde un tranzistor T_2 de tip AFZ 10 sau AF 112 L.

Antena (în $\lambda/4$) are lungimea de 2,62 m. Se poate folosi și o antenă telescopică. Ca generator de audiofrecvență se utilizează schema de tip dublu T, cu două tranzistoare (tip OC 604 sau OC 304).

Gradul de modulație se reglează cu potențiometrul R_{16} de 50 kΩ. Amplificatorul de audiofrecvență este echipat cu tranzistorul T_5 de tip OC 604 sau OC 308 și etajul final, în contratimp, cu tranzistoarele 2 × OC 604 sau 2 × OC 308.

Transformatorul final Tr_2 are secundarul compus din două înfășurări, astfel încît modulația va fi aplicată în emițător pe două căi.

Inductanța L_1 cuprinde 2 × 10 spire CuEm, 0,5 mm bobinate pe suport de trolit, cu diametrul de 7 mm și miez de ferocart.

Inductanța L_2 are 2 spire din liță de înaltă frecvență, iar L_3, 14 spire din conductor CuEm, 0,8 mm, pe suport de trolit, cu diametrul de 9,5 mm, fără miez magnetic.

Inductanța de șoc pentru radiofrecvență este la fel ca cea din fig. V.1.

Transformatorul de cuplaj Tr_1 are miezul de 0,25 cm². Primarul cuprinde 1 500—2 000 spire, bobinate din conductor de 0,05—0,07 mm, iar secundarul — 500 spire cu priză mediană. Conductorul folosit este același ca în primar.

Transformatorul de ieșire Tr_2 are secțiunea miezului de 0,5 cm². Bobina primară are 800 spire, cu priză mediană, conductorul fiind CuEm, 0,2 mm. Secundarul S_1 are 50 spire, iar S_2 — 420 spire, din conductor cu aceleași dimensiuni ca în primar.

Valorile frecvențelor de modulație depind de elementele C_{12}, C_{13}, C_{14}, R_{12}, R_{14} și sînt indicate în tabela următoare.

$C_{12} = C_{13}$	C_{14}	$R_{12} + R_{14}$	f_0
5 nF	50 nF	5—50 kΩ	400—800 Hz
3,3 nF	30 nF	5—50 kΩ	620—1 100 Hz
1,5 nF	20 nF	5—50 kΩ	1 060—2 200 Hz
1 nF	10 nF	5—50 kΩ	1 700—3 300 Hz

Emițătorul acoperă o suprafață cu raza de aproximativ 500 m, ceea ce este mulțumitor pentru navomodele. Totuși, pentru aeromodele este necesar un emițător cu puteri mai mari în antenă.

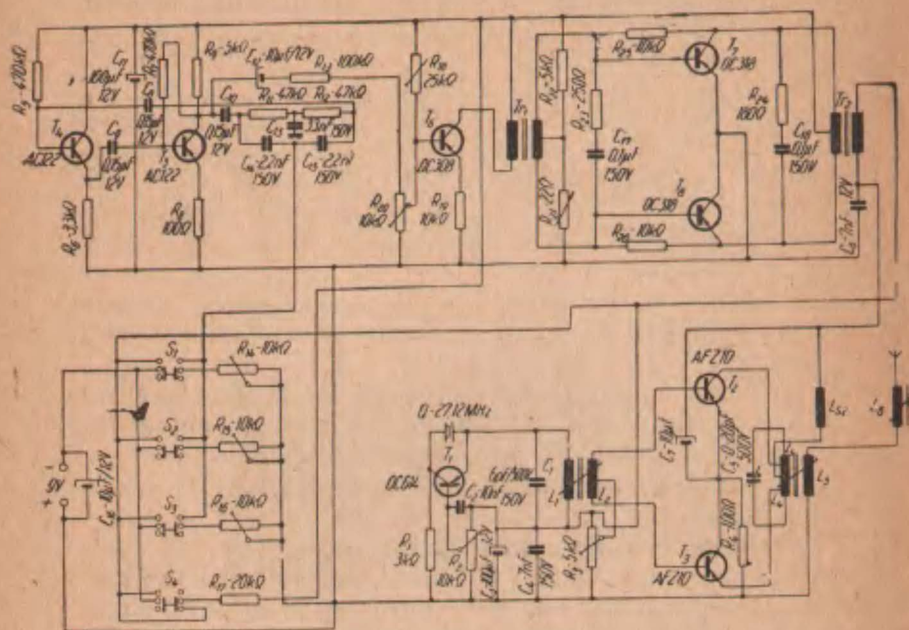


Fig. V.9. Schema de principiu a unui emițător cu patru canale pentru telecomanda modelelor.

Pentru acoperirea unui teren cu raza de 2—3 km se utilizează, de obicei, un emițător al cărui etaj final este în contratimp.

În fig. V. 9 se prezintă schema unui emițător tranzistorizat lucrînd pe patru canale.

Partea de radiofrecvență este asemănătoare schemelor descrise și folosește o antenă telescopică de 125 cm, acordată cu bobina variabilă L_5.

Cu modulația cuplată, emițătorul are un consum în curent continuu de 180 mW, pentru o tensiune de alimentare de 9 V. În gol consumă 75 mW.

Schema generatorului de joasă frecvență este astfel concepută, încît asigură modulația recomandată de 100% (nu se va depăși acest procent).

Valoarea necesară a semnalului în joasă frecvență este obținută cu ajutorul etajului final, echipat cu două tranzistoare (T_7, T_8 — OC 318), montate în contratimp.

Punctul de funcționare și puterea etajului final se stabilesc prin polarizarea bazei cu ajutorul rezistenței R_{21}.

Etajul inversor este realizat cu tranzistorul T_6 — OC 308, al cărui punct de funcționare se alege prin modificarea rezistenței R_{18}. Se va regla polarizarea bazei în așa fel, încît curentul de colector să fie de aproximativ 3 mA.

Semnalul final de modulație se aplică pe bobina L_4 a emițătorului prin bobina de șoc L_j de 2,5 mH (modulația aplicată la ieșirea semnalului de radiofrecvență s-a dovedit a fi cea mai convenabilă, întrucît nu stingherește buna funcționare a tranzistoarelor în radiofrecvență). Generatorul de audiofrecvență este sinusoidal. Se observă că rezistențele R_{14}, R_{15}, R_{16} sînt destinate pentru reglarea frecvenței. Aceste rezistențe pot avea valori diferite, acționîndu-se în orice moment un singur buton, sau aceleași valori, obținîndu-se diferite frecvențe prin acționarea consecutivă a două sau trei butoane. Se pot obține trei valori în limitele 75—2 400 Hz. De exemplu, se obțin 2 400 Hz cînd butonul S_1 este cuplat, iar rezistența R_{14} are valoarea 2,5 kΩ.

A patra comandă se realizează prin cuplarea butonului S_4, care pune în funcțiune numai partea de radiofrecvență.

Caracteristicile bobinelor circuitelor oscilante de înaltă frecvență sînt indicate în tabela ce urmează.

Bobina	Inductanța µH	Numărul de spire	Diametrul conductorului mm	Prize
L_1	1,25	15	0,4(cupru-email)	—
L_2	1,2	8	0,4(cupru-email)	La spira 4
L_3	1,2	6	1 (cupru-email)	La spira 2
L_4	1,2	6	1 (cupru-email)	La spira 2
L_5	1,2	6	1 (cupru-email)	—
L_6	1,14	9	0,4(cupru-email)	—

Toate bobinele au același fel de carcasă, de trolit, cu diametrul de 7 mm și miez de ferocart.

Transformatorul inversor Tr_1 şi cel de ieşire Tr_2 din schema modulatorului sînt identice cu cele din schema precedentă.

Aeromodelele, de multe ori, necesită mai mult de patru comenzi şi chiar cîte două în acelaşi timp. În schema din fig. V. 9 partea de radiofrecvenţă poate fi considerată identică cu cea din fig. V. 1.

Modulaţia de tip Heysing este aplicată pe colectorul tranzistorului final AF 115, prin bobina de şoc de înaltă frecvenţă L_5.

Se folosesc, pentru modulaţie, două generatoare de joasă frecvenţă, cu trei frecvenţe de lucru.

Modulatorul *A* (fig. V. 10) este reglat din potenţiometrele P_1, P_2, P_3 pe frecvenţele 400, 600 şi 900 Hz.

Bobina de şoc L_f are 3 000 spire din CuEm, 0,1 mm, înfăşurate pe miez de 1 cm².

Al doilea modulator (fig. V. 11) furnizează frecvenţele 1 080, 1 320 şi 1 610 Hz.

Transformatorul are miezul de 1 cm². Bobina primară are 3 000 spire din conductor CuEm, 0,1 mm şi cea secundară — 200 spire din conductor CuEm, 0,3 mm.

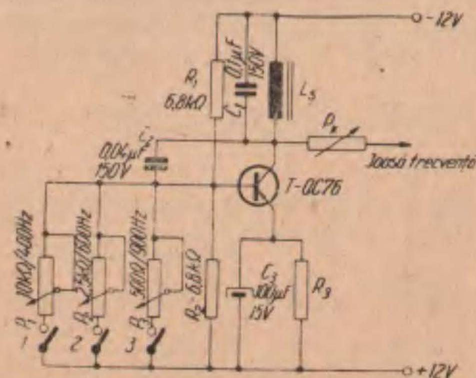


Fig. V.10. Schema de principiu a modulatorului A.

În încheierea capitolului se prezintă o variantă de emiţător pentru 9 comenzi (fig. V. 12). Emiţătorul lucrează tot pe 27,12 MHz şi are un cîmp de acţiune cu raza pînă la 3—4

km. Asupra lui nu se revine, deoarece este asemănător cu cele precedente.

Cele 9 semnale de modulaţie nu se pot cupla decît succesiv.

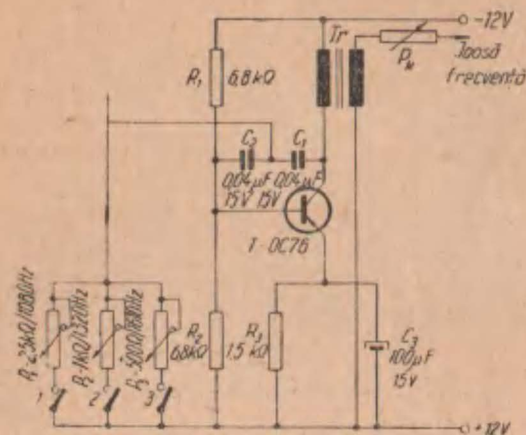


Fig. V.11. Schema de principiu a modulatorului B

Circuitele tranzistoarelor T_{11}, T_{12}, T_{13} constituie un oscilator de impulsuri dreptunghiulare cu frecvenţa de 300 Hz. Aceste impulsuri au rolul de a comanda etajul tranzistorului T_{10} în ritmul de 300 Hz astfel : impulsul negativ de curent, ce se trimite de la generatorul de 300 Hz la baza tranzistorului T_3 (sau T_5, T_8), îl obligă pe acesta să conducă. În timpul cît conduce, se pot transmite la tranzistorul T_{10} şi semnalele de audiofrecvenţă din generatorul corespunzător (înzestrat cu tranzistorul T_1 sau T_4, T_7, prin acţionarea unuia din butoanele S_1—S_{13}).

Tranzistorul T_{10} amplifică semnalul de audiofrecvenţă provenit de la unul din cele trei generatoare amintite, modulat cu impulsurile de 300 Hz, după care îl trimite în etajul final de emisie.

După cum se observă, schema dă posibilitatea realizării unui număr mare de canale şi se consideră că este indicată pentru executarea modelelor mai complexe.

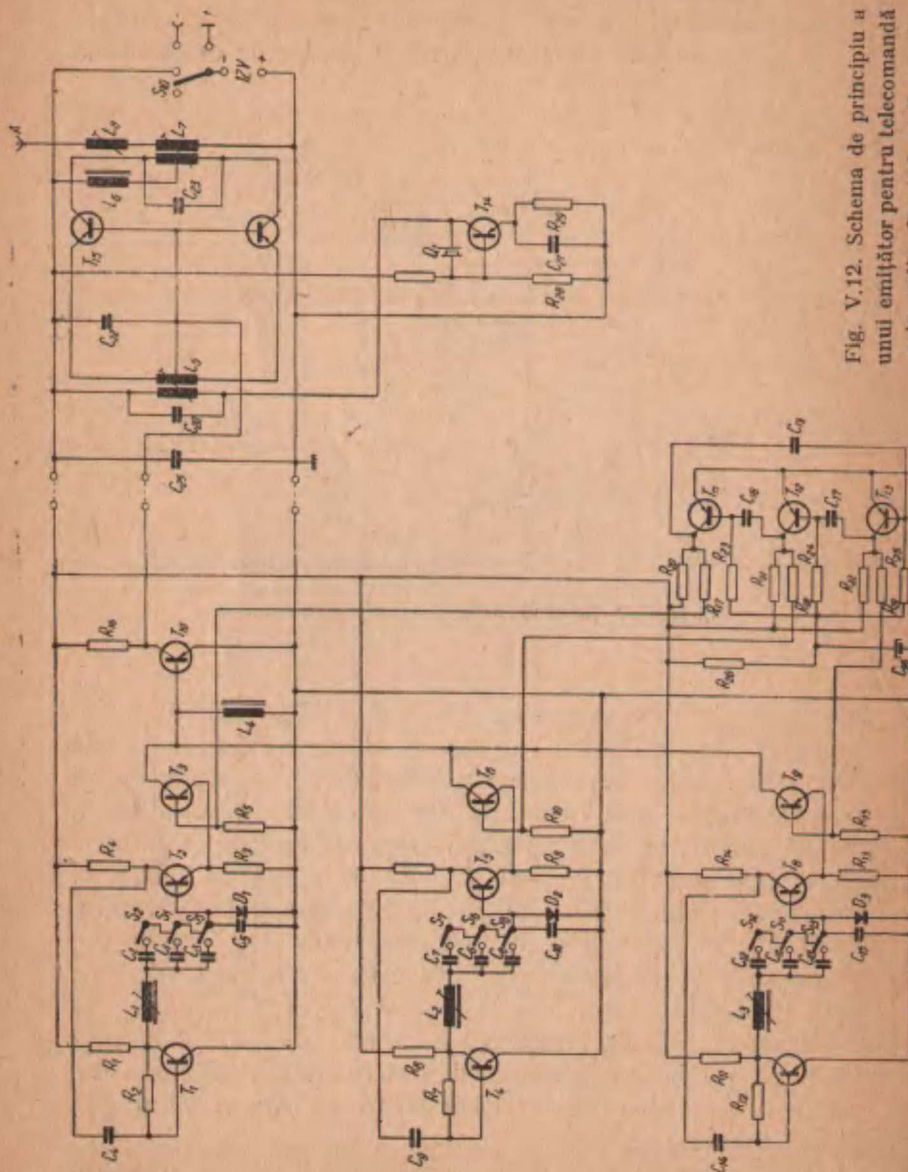


Fig. V.12. Schema de principiu a unui emițător pentru telecomandă prin radio, lucrînd pe 9 canale.

SCHEME PRACTICE DE RADIORECEPTOARE PENTRU TELECOMANDA MODELELOR

Schema unui receptor tranzistorizat pentru telecomanda modelelor, echipat cu trei tranzistoare, este prezentată în fig. VI.1. Sensibilitatea acestui receptor este mai bună de 5 μV, iar ca element de comandă acționează un singur releu cu rezistența înfășurării (în curent continuu) de 300 Ω.

Etajul de radiofrecvență este o superreacție. Oscilațiile de superreacție care iau naștere în circuitul emitorului tranzistorului T_1 trec pe colector prin condensatorul C_4.

Condensatorul C_2 întoarce pe bază o parte din oscilații, pentru întreținerea lor.

Montajul este realizat pentru o frecvență de 27,12 MHz și are o stabilitate bună la temperatură (pînă la 60°C), ca urmare a folosirii termistorului Th de 47 kΩ în circuitul emitorului.

Transformatorul de joasă frecvență Tr, cu raport de transformare 1 : 5, asigură trecerea semnalului de audio-

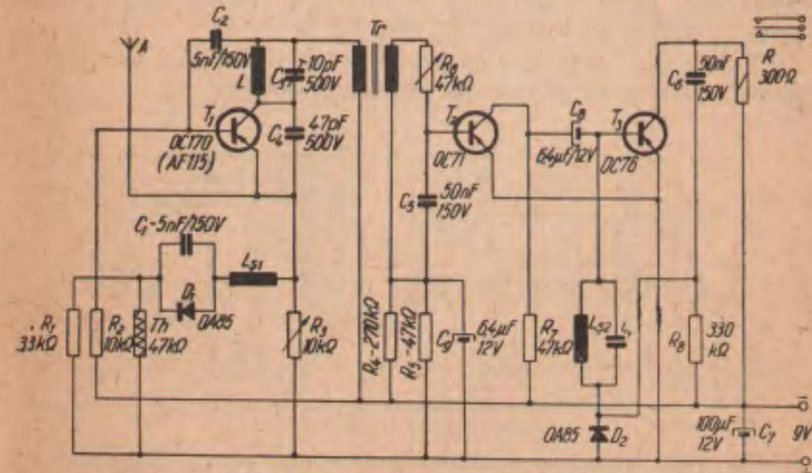


Fig. VI.1. Schema de principiu a unui receptor monocanal tranzistorizat.

frecvență, pe baza primului etaj de joasă frecvență. Reglarea volumului se face cu potențiometrul R_6 (cele două tranzistoare de frecvență audio lucrează în montaj cu emitorul comun).

Schema prezentată este realizată pentru o frecvență de modulație de 650 Hz.

Bobina de acord L are 20 spire, bobinate una lîngă alta, cu conductor de 0,6 mm (izolație din plastic sau bumbac), pe carcasă de trolit de 10 mm.

Bobina de șoc $L_{ș}$ se confecționează într-o rezistență de 1 MΩ/0,5 W, pe care se bobinează un singur strat spiră lîngă spiră, pînă cînd se acoperă complet rezistența, din conductor CuEm, 0,1—0,12 mm. Capetele bobinei se conectează la capetele rezistenței.

Bobina filtrului de 650 Hz (L_{f2}) cuprinde 600 spire, bobinate din conductor CuEm, 0,15 mm, pe o bară de ferită de 30 mm lungime, cu diametrul de 10 mm.

Transformatorul de cuplaj Tr are secundarul cu 200 spire CuEm, 0,1 mm, iar primarul — 1 000 spire din conductor CuEm, 0,05—0,1 mm. Se folosește un miez de 0,25 cm² fără întrefier.

În fig. VI. 2 se prezintă schema unui adaptor ce dă calitatea receptorului de a selecta două comenzi distincte. De fapt, particularitatea constă în aceea că după penultimul tranzistor T_2 se conectează două etaje, fiecare prin cîte un potențiometru de volum, R_8 sau R_9.

Filtrul LC are aceeași construcție ca în schema precedentă, însă se va acorda pe frecvența dorită.

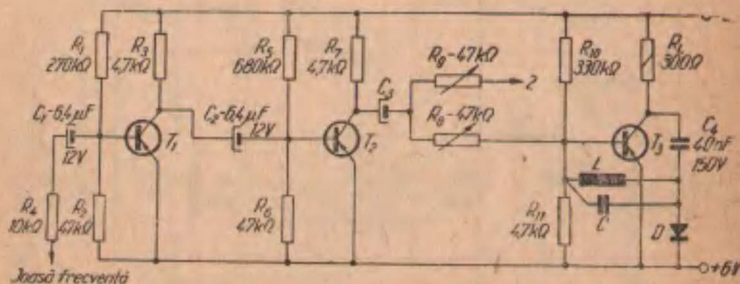


Fig. VI.2. Schema de principiu a unui adaptor pentru două canale.

Varianta din fig. VI. 3 este schema unui radioreceptor cu o bună stabilitate în funcționare, care lucrează pe 27,12 MHz și este destinat unei singure comenzi. La acest radioreceptor se poate adapta un releu rezonant pentru selectarea mai multor comenzi, după indicațiile din fig. VI.4.

Transformatorul Tr este identic cu cel din fig. VI.3.

Pentru etajul de radiofrecvență (fig. VI.3) se va ține seamă de cîteva particularități. Valoarea lui C_1 este diferită de la tranzistor la tranzistor. Pentru ca să nu se producă o

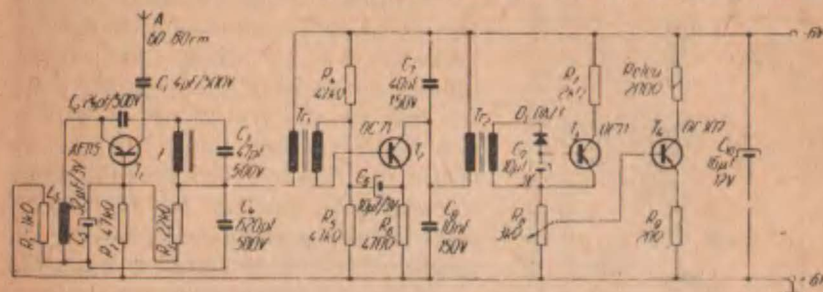


Fig. VI.3. Schema de principiu a receptorului la care se poate adapta un releu rezonant.

deplasare a frecvenței, pentru tipul AF 115 este indicată valoarea de 24 pF.

În ceea ce privește regimul de funcționare a etajului,

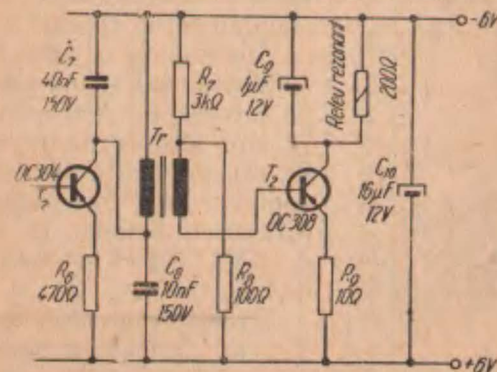


Fig. VI.4. Schema de adaptare a releului rezonant la un receptor monocanal.

se observă că el este fixat prin alegerea valorilor rezistențelor R_2 și R_3 cu care trebuie să se obțină curentul de colector indicat în catalog.

Amplitudinea semnalului de joasă frecvență este determinată de capacitatea C_5. O valoare prea mare determină autooscilații (fluierături). În cazul schemei din fig. VI.3, valoarea maximă va fi 32 μF.

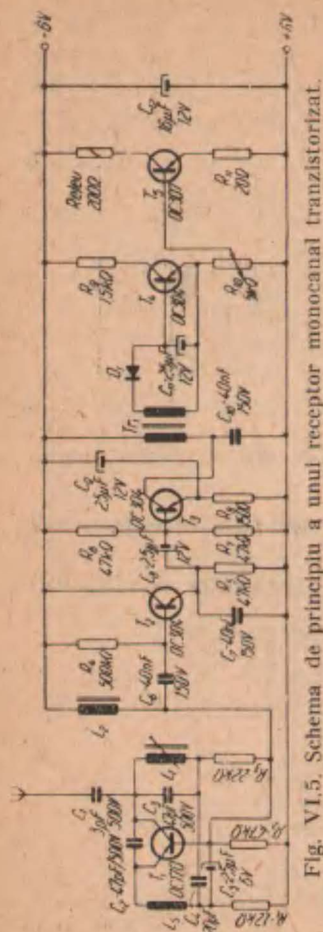


Fig. VI.5. Schema de principiu a unui receptor monocanal tranzistorizat.

Condensatorul C_7, împreună cu primarul transformatorului Tr_2, constituie un circuit rezonant pentru joasă frecvență.

Pentru acordul filtrului pe alte frecvențe, mai ușor se poate schimba valoarea lui C_7 decît înfășurarea transformatorului. De exemplu, pentru 400 Hz, C_7 are 40 nF. Armonicile nedorite sînt tăiate de C_8. În etajul final se reglează sensibilitatea releului prin poziția lui R_8, astfel încît la întreruperea emițătorului să existe o declanșare sigură a releului.

Radioreceptorul are o sensibilitate de 5 μV, iar în joasă frecvență, pentru 400 Hz, de 2 mV.

Alimentarea se face la 6 V (baterii de 225 mA).

Consumul este de 2 mA — în repaus — și de 25 mA — în sarcină. Randamentul ajunge la 85%.

Inductanța L are 7 spire, din conductor CuEm, 0,3 mm, înfășurate pe carcasă de trolit, cu diametrul 7,5 mm și miez de ferocart. Bobina de șoc de înaltă frecvență L_j este confecționată din conductor CuEm, 0,12 mm, bobinat pe o rezistență de 1 MΩ/0,5 W și are o inductanță de 55 μH.

Transformatoarele de cuplaj Tr_1, Tr_2 sînt identice cu transformatorul Tr din schema precedentă (VI. 1).

În fig. VI.5 se prezintă o altă variantă de radioreceptor pentru telecomandă. Cuplajul între etajele 2 și 3 este de tip *RC*, ceea ce reduce greutatea aparatului prin eliminarea transformatorului.

Folosind și un releu miniatură de 200 Ω, aparatul este redus la greutatea de 45 g. A fost necesară, în schimb, adăugarea celui de al 5-lea tranzistor. Deosebirile față de schema precedentă constau în introducerea bobinei de șoc de audio-

frecvență L_2, precum și în micșorarea capacității C_5 pînă la 2,4 μF, pentru eliminarea autooscilațiilor.

Bobina de șoc de înaltă frecvență L_j are o inductanță de 55 μH și este identică cu cea din fig. VI. 3.

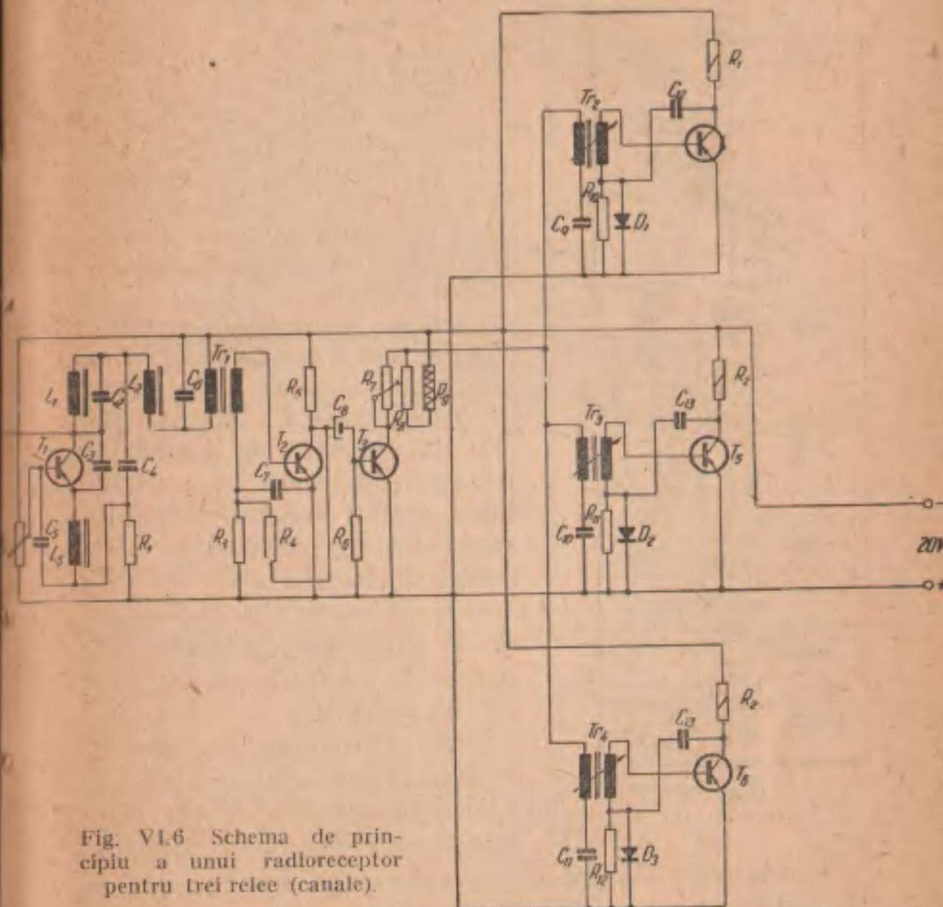


Fig. VI.6 Schema de principiu a unui radioreceptor pentru trei relee (canale).

Inductanța L are 6 spire din conductor CuEm, 0,3 mm, pe carcasă de trolit de 7,5 mm diametru, cu miez de ferocart. Bobina de șoc de audiofrecvență L_2 este de înaltă rezistență ohmică; pe un miez magnetic din tole silicioase de 18 × 8 mm se bobinează un conductor CuEm, 0,08—0,1 mm, pînă se obține o inductanță de aproximativ 500 mH. Transformatorul de cuplaj Tr și releul sînt identice cu cele din fig. VI.3.

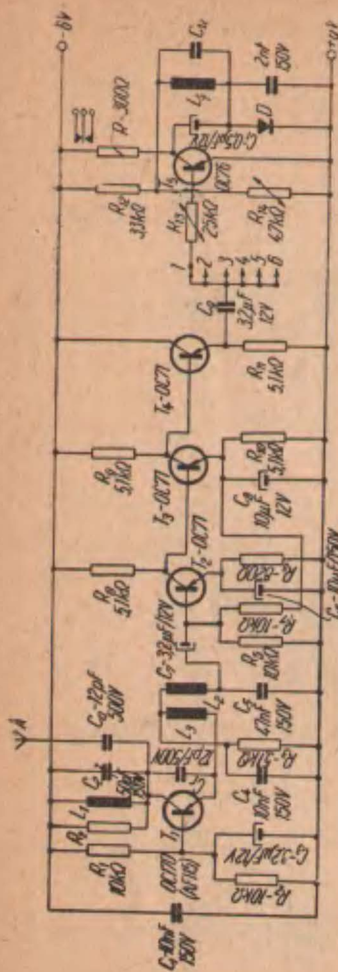


Fig. VI 7. Schema de principiu a unui receptor pentru şase canale, cu filtre de joasă frecvenţă.

Alimentarea se asigură de la o sursă miniatură de 6 V.

Radioreceptorul, a cărui schemă se prezintă în fig. VI. 6, este destinat pentru lucrul pe trei canale. Se observă că faţă de cele prezentate pînă acum, nu există deosebiri esenţiale. Se folosesc trei etaje finale, cuplate prin transformatoarele Tr_2, Tr_3, şi Tr_4, acordate fiecare pe cîte o frecvenţă deosebită. Cele trei relee pot acţiona mai multe contacte pentru a îndeplini cerinţele schemei auxiliare impuse.

Schema este astfel concepută, încît să poată funcţiona în cazul mai multor semnale recepţionate în acelaşi timp. Ea lucrează numai la semnale de modulaţie triunghiulare, emise de un emiţător special construit. La cele sinusoidale se manifestă fenomenul de interferenţă.

Un alt cuplaj receptor-emiţător se obţine prin utilizarea variantei din fig. VI.7, cu emiţătorul din fig. V.1.

Cele 6 comenzi pe care lucrează ansamblul fac posibilă utilizarea instalaţiei la aeromodele, navomodele sau alte aplicaţii.

Receptorul prezentat este o superreacţie care lucrează pe 27,12 MHz. Frecvenţa de superreacţie are valoarea de 80 kHz şi este generată de circuitul C_4L_3 din emitorul tranzistorului T_1. Circuitul C_5L_2 constituie filtrul pentru înaltă frecvenţă.

Etajele 2 şi 3 au conectat între ele un circuit de contrareacţie prin rezistenţa R_7 între emitorul tranzistorului T_3 şi baza tranzistorului T_2. După etajul 4, semnalul, a cărui amplitudine a fost fixată prin valoarea rezistenţei R_{11} de

5 kΩ, se aplică pe 6 etaje identice, fiecare acordat pe o singură frecvenţă de modulaţie. Filtrul L_iC_{12} face posibilă selectarea frecvenţei corespunzătoare unui singur canal. Fiecare etaj este prevăzut pe circuitul colectorului cu un releu de 300 Ω.

Dioda D redresează o parte din frecvenţa de superreacţie şi o foloseşte pentru negativarea suplimentară a bazei, în lipsa impulsului recepţionat.

Curentul colectorului T_5, în lipsa semnalului, nu depăşeşte cîţiva microamperi.

Dacă apare un semnal de frecvenţă egală cu cea a filtrului de rezonanţă L_iC_{12}, tranzistorul T_5 este deblocat şi curentul din colector creşte la 15 mA. Prin urmare, diferenţa curentului în cele două situaţii duce la o siguranţă mare în funcţionarea releului.

Inductanţa L_1 cuprinde 7,5 spire din conductor CuEm, 0,4 mm, bobinate una lîngă alta, pe o carcasă de trolit, de diametru 5 mm, fără miez magnetic. Inductanţele L_2, L_3 se realizează bobinînd 50 spire din conductor de 0,1 mm, pe o rezistenţă de 1 MΩ/0,5 W.

Bobina de şoc L_i este realizată pe o carcasă de trolit, cu miez de ferocart de 7 × 11 mm şi se bobinează din conductor de CuEm, 0,05 mm, cît mai multe spire (după spaţiul disponibil), astfel ca să se obţină o inductanţă în jur de 500 mH.

Pentru capacitatea C_{12} se alege, experimental, o valoare corespunzătoare rezonanţei pe frecvenţa de modulaţie ce interesează.

Instalaţia de selectare a frecvenţelor de modulaţie cu ajutorul filtrelor LC îngreunează receptorul, fapt ce constituie un inconvenient. Din acest motiv, sînt preferate schemele în care sînt utilizate releele cu lame vibrante. Un asemenea releu de construcţie miniaturizată asigură calităţi superioare în ceea ce priveşte greutatea receptorului şi numărul mare de canale. Ca exemplu, în fig. VI. 8 se prezintă schema unui receptor simplu, cu trei tranzistoare, care acţionează releul rezonant pentru 8 canale.

Acest receptor lucrează pe 27,12 MHz şi se poate utiliza, împreună cu emiţătorul descris pentru 3, 6 sau 9 comenzi, cu condiţia ca semnalele de modulaţie să se acordeze pe frecvenţa de rezonanţă a lamelor vibrante şi să fie emise pe rînd (în caz contrar se produce o interferenţă la care releul nu mai dă rezultatele scontate).

Montajul este tot o superreacţie şi nu prezintă particularităţi deosebite. Dioda D de înaltă frecvenţă, conectată pe circuitul frecvenţei de superreacţie, uşurează tocmai funcţionarea în superreacţie.

Transformatorul de cuplaj Tr are raportul 1 : 5. Releul

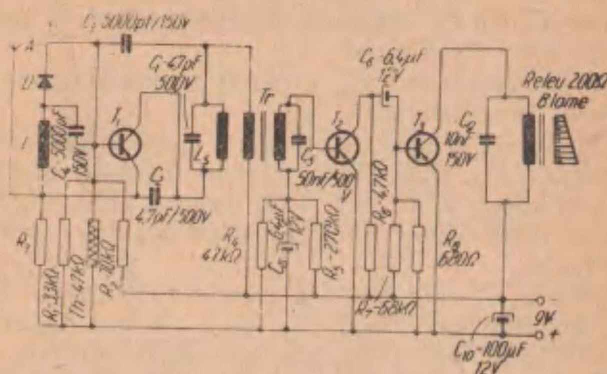


Fig. VI.8. Schema de principiu a receptorului cu 8 lame vibrante.

de lucru este alimentat prin intermediul lamei vibrante (fig. VI.9) care transformă contactul întrerupt produs de lama vibrantă în unul continuu.

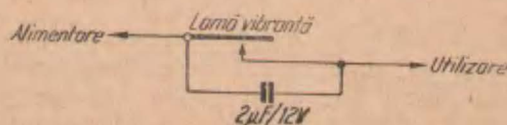


Fig. VI.9. Circuit de integrare.

Inductanţa L este identică cu bobina L din fig. VI.1. Bobina de şoc L_s şi transformatorul de cuplaj Tr sînt de asemenea identice cu cele din fig. VI.1.

Scînteile care apar la contact, în ritmul de vibraţie a lamei, sînt un mare inconvenient. Ele produc defecţiuni în scurt timp circuitului de utilizare. De aceea, se preferă alte variante de integrare, de obicei înzestrate cu cîte un tranzistor pentru fiecare lamă, montat ca amplificator de curent continuu.

În fig. VI.10 este prezentată schema unui integrator cu două tranzistoare de tip OC 76 pentru acţionarea motorului M (de 2—5 W şi 1 000—3 000 rot/min) în ambele sensuri.

Se presupune că este acţionată lama vibrantă 1. Impulsurile de curent sînt trimise prin rezistenţa R_1 la baza tranzistorului T_2. Acesta le amplifică, iar curentul său de colector, care a crescut, acţionează motorul într-un anumit sens.

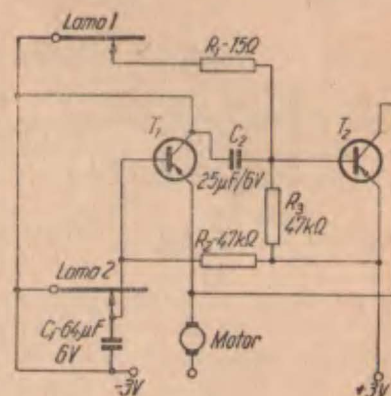


Fig. VI.10. Schema de principiu a integratorului cu tranzistoare.

Cînd este acţionată lama vibrantă 2, se trimit impulsurile de curent pe baza tranzistorului T_1. Acesta, de asemenea, le amplifică, iar curentul de emitor, care a crescut, acţionează în sens contrar motorul M (întrucît determină la bornele motorului o polaritate inversă faţă de cazul descris anterior).

Varianta din fig. VI.11 conţine şi tuburi cu tranzistoare pentru 8 canale.

Etajul de radiofrecvenţă poate fi acordat în limitele 27—29 MHz, cu ajutorul miezului bobinei L. Tubul 1 П3Б primeşte tensiunea anodică de la un vibrator electronic înzestrat cu tranzistorul T_4—П2Б. Rezistenţa R_2 asigură sensibilitatea prin fixarea tensiunii anodice, care este cuprinsă între 50 şi 55 V.

Dacă nu se obţine totuşi tensiunea necesară, se modifică prin tatonări valoarea rezistenţei R_7.

Buna funcţionare a lamelor vibrante se obţine şi prin alegerea (prin tatonări) valorii rezistenţei R_8, în jurul a 30 kΩ. Releul rezonant are 8 lame vibrante, lucrînd pe frecvenţele 200—300 Hz.

Inductanţa L cuprinde 17 spire (cu priză mediană), din conductor CuEm, 0,5 mm, bobinate cu pasul de 1 mm pe carcasă din sticlă organică de 10 mm.

Miezul este de ferocart, cu diametrul de 3 mm. Bobina de şoc L_s este confecţionată pe o rezistenţă de 1 MΩ, 0,5 W pe care s-au înfăşurat 50—70 spire din conductor de 0,10—0,12 mm.

Transformatorul vibratorului are un miez toroidal din bandă de permalloy, cu diametrul interior de 12 mm și secțiunea de 0,2 cm². Înfășurarea *I* are 80 spire bobinate

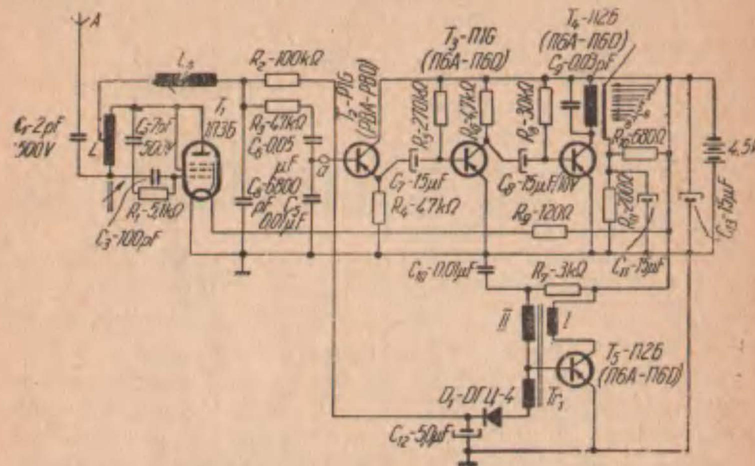


Fig. VI.11. Schema de principiu a receptorului pentru 8 canale.

din conductor CuEm, 0,2 mm, într-un singur strat. Înfășurările *II—III* au cîte 80 spire din același conductor.

Releul rezonant are o rezistență de 120 Ω și folosește conductor de 0,12—0,15 mm.

Pentru a conecta releul de utilizare cu lamele, fără a deteriora contactele prin scînteiere, trebuie să se introducă un tranzistor suplimentar care, prin amplificarea sa în curent continuu, asigură anclanșarea releului.

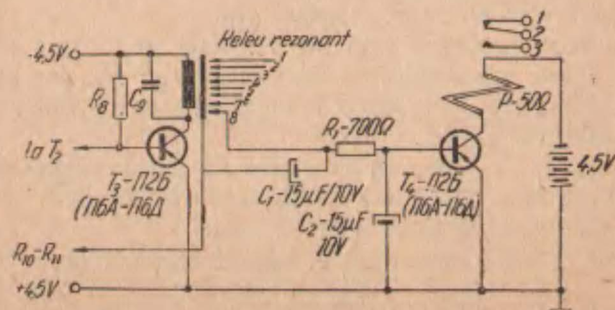


Fig. VI.12. Conectarea releului de utilizare *P* cu lamele vibrante, prin intermediul unui etaj amplificator.

În varianta din fig. IV. 12 este prezentată o schemă ce îndeplinește condiția amintită.

Rezistențele R_{10}, R_{11} reduc tensiunea sursei la o valoare admisă pentru baza tranzistorului П2Б.

Polarizarea bazei se face prin capacitatea C_2 de 15 μF și rezistența R_1 de 700 Ω.

Cînd vibrează o lamă, se stabilește circuitul bazei cu sursa. În pauzele vibrațiilor, capacitatea C_2 menține continuu polarizarea bazei și tranzistorul conduce. El debitează în stare de lucru în emitor (în releu) un curent de 80—100 mA, cu toate că în circuitul bazei curentul nu depășește 0,6—0,8 mA.

Cînd nici o lamă nu vibrează, curentul de repaus prin releu este de 1—5 mA.

Există, deci, o diferență mare în cazul celor două situații și, în consecință, o funcționare bună a releului.

Sursa de alimentare de 4,5 V poate fi comună cu a receptorului. Pentru cazul unui releu de forță ce necesită un curent de anclanșare mai puternic, se va intercala încă un tranzistor, ca în varianta din fig. VI. 13.

În încheiere, în fig. VI. 14 se prezintă schema montajului pentru aplicarea telecomenzii prin radio la un model (automobil). Cu ajutorul acesteia se poate executa comanda

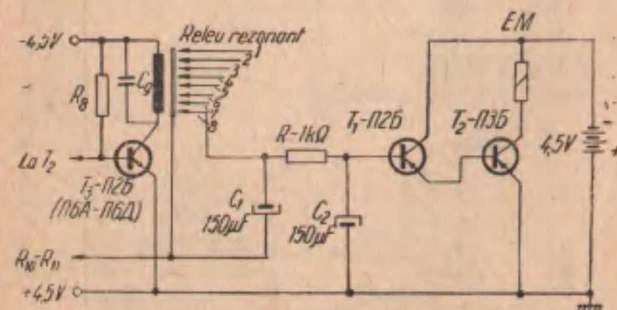


Fig. VI.13. Acționarea unui electromagnet puternic utilizînd două etaje amplificatoare.

pentru funcționarea „înainte", „înapoi", „stînga", „dreapta" și „oprit". Ultimele trei acționări sînt însoțite de semnalizări optice.

Schema reprezintă un receptor tip superreacție lucrînd pe frecvența de 27—29 MHz, iar releul rezonant are 5 lame (pentru 5 canale).

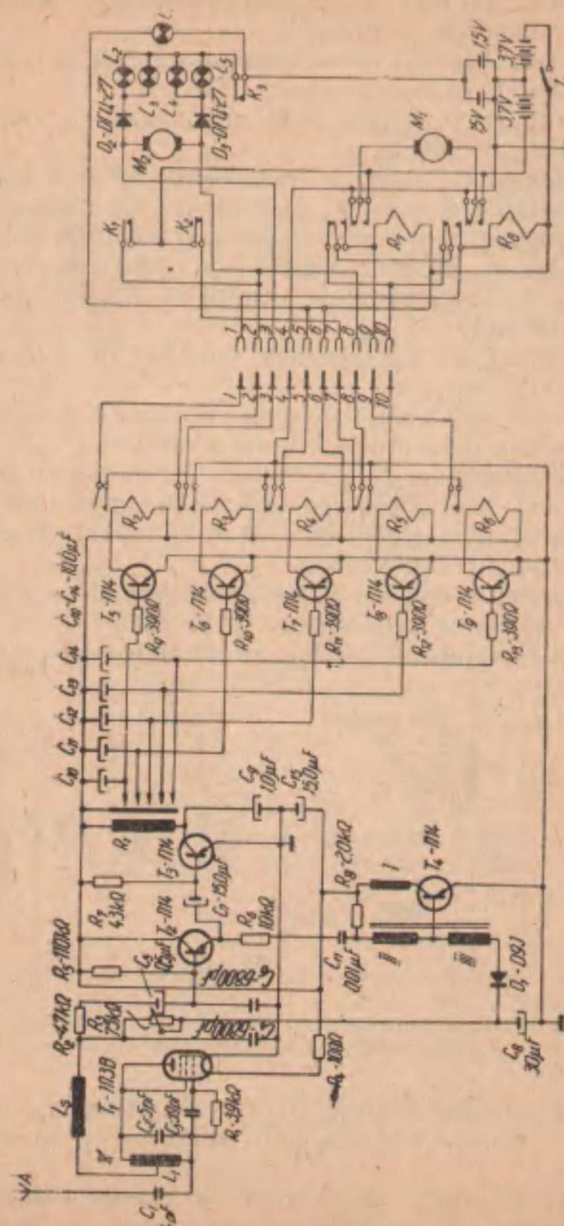


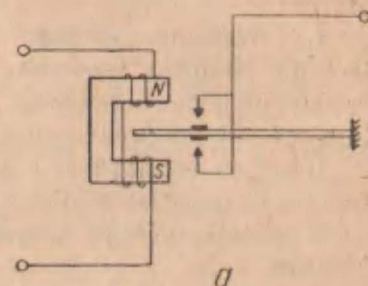
Fig. VI.14. Schema de principiu a receptorului pentru 5 canale.

Circuitul de radiofrecvenţă este înzestrat cu tubul 1П3Б, alimentat cu tensiunea anodică de 50—55 V de la un vibrator asemănător cu cel din schema precedentă.

Gradul oscilaţiilor de superreacţie se reglează prin modificarea rezistenţei R_3 de 75 kΩ.

În paralel cu releul de rezonanţă se conectează o cască şi se variază rezistenţa R_3 pînă dispare sunetul caracteristic. Se recomandă ca rezistenţa R_3 să rămînă la o valoare mai mare cu 20—25% decît în cazul dispariţiei sunetului din cască.

În schema de acţionare se folosesc motoraşe de putere de 2—5 W şi 1 000—2 000 rot/min. Raportul total de transmisie a reductorului este de aproximativ 1/1 000.



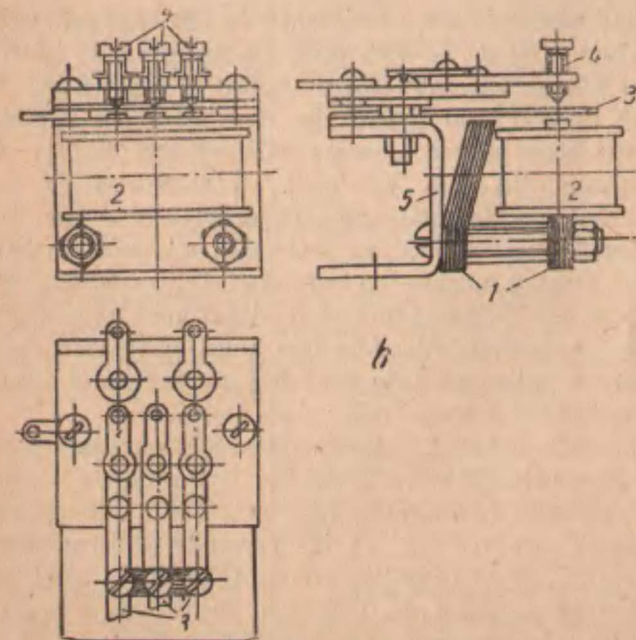


Fig. VI.15. Releu rezonant cu lame vibrante:

a — schemă; *b* — realizarea practică;
1 — miez magnetic; 2 — bobină; 3 — lamă vibrantă; 4 — şurub de reglaj; 5 — armătură.

Pentru comanda „înainte", lucrează lama *1* care cuplează releul R_2. Acesta închide circuitul lui R_8, care pune în mişcare motorul M_1. Releul R_8 rămîne autoanclanşat pînă la comanda „stop", pentru care anclanşează releul R_4 ce întrerupe circuitul lui R_8.

Pentru comanda „înapoi" anclanşează releul R_6, restul elementelor schemei fiind identice — ca în cazul comenzii „înainte".

La comanda „dreapta" se conectează releul R_5, care închide circuitul motorului M_2. Acesta schimbă direcţia roţilor pînă la acţionarea limitatoarelor de cursă K_1, ce întrerup alimentarea motorului.

Becul de semnalizare a direcţiei se aprinde şi se stinge în funcţie de poziţia limitatoarelor de cursă.

Explicaţia pentru schimbarea direcţiei la „stînga" este identică.

Rezistenţa ohmică a releelor este de 50 Ω.

Releul rezonant are o rezistenţă de 120 Ω şi este executat cu conductor de 0,12—0,15 mm. Un exemplu de releu rezonant cu 3 lame vibrante este prezentat în fig. VI. 14. Acesta lucrează pe 350, 400 şi 450 Hz, dar poate fi completat cu încă două lame pentru a corespunde schemei de faţă. Miezul este format din tole silicioase cu secţiunea de 1 cm². Lamele sînt confecţionate din oţel de 0,15 × 3 mm. Fiecare se reglează experimental pe frecvenţa sa, prin modificarea lungimii. Pentru început, se taie lama de 35—40 mm. Receptorul este pus în funcţiune şi modulat pe cîte o frecvenţă succesiv. Se recomandă folosirea unui generator standard de la care se aplică primului etaj de joasă frecvenţă o tensiune de aproximativ 10—15 mV.

Bobina de acord L_1 cuprinde 19 spire cu priză mediană, înfăşurate din conductor de CuEm, 0,4 mm, pe carcasă de 10 mm, cu miez de aluminiu de 3 mm. Bobina de şoc $L_{ş1}$ este identică cu cea din fig. VI. 11. Transformatorul (toroidal) vibratorului are un miez din bandă de permalloy, cu lăţimea de 5 mm şi grosimea de 0,05 mm. Secţiunea miezului este de 0,25 cm². Înfăşurarea *I* are 200 spire, înfăşurarea *II* — 100 spire şi *III* — 300 spire, toate înfăşurările fiind din conductor CuEm, 0,15—0,17 mm.

CAPITOLUL VII

INDICAŢII CONSTRUCTIVE ŞI REGLAJE

Exemplele de emiţătoare şi receptoare realizate, care s-au prezentat, lucrează pe frecvenţa de 27,12 MHz.

Constructorul unei instalaţii de genul celor descrise observă cu uşurinţă că există o mare posibilitate de combinaţii a emiţătoarelor cu receptoarele.

Pentru început este nevoie să se impună numărul de comenzi ce trebuie transmise, ca apoi să se aleagă schemele pentru combinaţia dorită.

Se va ţine seamă întotdeauna de frecvenţele de modulaţie, care trebuie să fie aceleaşi la emiţător şi la receptor. De fapt, modulatoarele emiţătoarelor sînt astfel concepute, încît reglajul frecvenţei să se facă uşor prin modificarea capacităţilor, reglarea miezurilor magnetice sau a potenţiometrelor.

Pentru alegerea unui ansamblu se procedează în felul următor : se alege schema unui receptor cu numărul de canale dorite şi apoi se caută un emiţător cu acelaşi număr de frecvenţe modulatoare, fiecare acordate pe frecvenţa corespunzătoare pe care lucrează receptorul.

1. Indicaţii pentru emiţătoare

Există şi astăzi tendinţa de a se construi emiţătoare pentru telecomandă în care circuitele de radiofrecvenţă să fie echipate cu tuburi, iar partea de joasă frecvenţă cu tranzistoare. Se consideră că o asemenea combinaţie nu mai are sens. De la o zi la alta apar tranzistoare cu caracteristici de frecvenţă tot mai bune. Problema înlocuirii unui tranzistor de o fabricaţie cu altul, de care se dispune, nu face obiectul prezentei lucrări, mai ales că există suficiente cataloage care pot uşura asemenea operaţii.

Totuşi, se aminteşte că pentru circuitele de 27—29 MHz, atît ale emiţătoarelor cît şi ale receptoarelor descrise, pot fi înlocuite între ele următoarele tipuri de tranzistoare (cu condiţia de a respecta tensiunea de polarizare a bazei şi curentul de colector prescris în cataloage ; П 401—П 411 (f_α = 30 ... 200 MHz) cu 0A1, OC170, OC 614 şi AF 115 şi

cu tranzistoare de fabricaţie românească de tip: EFT-132, EFT-317 şi EFT-320 (f_α = 30 MHz).

Orice tip de tranzistor care are frecvenţa de lucru mai mare de 27 MHz poate fi utilizat, dacă se respectă condiţia de funcţionare prescrisă. Această condiţie, specifică schemelor pentru telecomanda prin radio, este stabilitatea emiţătorului în frecvenţă. De aceea, se recomandă din nou să se utilizeze cristalul de cuarţ, fără de care va exista o instabilitate a frecvenţei.

Trebuie avut în vedere factorul de calitate al pieselor din etajele de radiofrecvenţă. Capacităţile mici, de ordinul picofarazilor, vor avea izolaţia din trolit, calit sau stiroflex.

Bobinele se vor executa pe materiale izolante superioare cum ar fi trolitul sau calitul.

Ceea ce reţine atenţia în mod deosebit este acordul montajului în radiofrecvenţă şi cuplarea cu antena. Prezenţa oscilaţiilor etajului pilotat cu cuarţ se constată într-un mod simplu, prin măsurarea curentului de colector sau de emitor. Se montează, deci, un miliampermetru pe emitor şi se reglează elementele schemei despre care s-a amintit în capitolul precedent (rezistenţa de polarizare a bazei, capacităţile circuitelor oscilante) pînă se obţine un minim de curent. Se trece apoi la acordul etajului final şi al sistemului de cuplare cu antenă. Dacă se ia, de exemplu, schema din fig. V. 1, se observă că antena este cuplată prin intermediul unui filtru de armonici în Π (filtru Colins). Reglajul lui se face la fel ca în cazul emiţătoarelor folosite în telecomunicaţii şi se arată în continuare.

Se conectează antena la emiţător prin intermediul ampermetrului termic (sau al unui bec obişnuit de consum mic: 1,25 V şi 0,1 A). Pe emitorul tranzistorului final se conectează un miliampermetru cu care se urmăreşte curentul acestuia, care nu trebuie să depăşească valoarea admisă.

Mai este necesar un măsurător de cîmp. Emiţătorul are randamentul maxim cînd prin reglarea capacităţilor din filtrul Colins se obţine o deviaţie maximă a acului ampermetrului termic (iluminarea maximă a becului) şi o indicaţie maximă a instrumentului măsurătorului de cîmp plasat la cîţiva metri de emiţător.

Dacă ampermetrul termic indică normal, dar măsurătorul de cîmp nu sesizează un maxim, acesta este cazul oscilaţiilor parazite de frecvenţe superioare sau inferioare celei utile, deci emiţătorul nu lucrează corect.

Se mai poate folosi în locul măsurătorului de cîmp bucla lui Hertz, confecţionată dintr-o spiră cu diametrul egal cu cel al bobinei şi conectată la un bec cu neon. Cînd antena radiază undele utile, becul luminează puternic. Se potriveşte

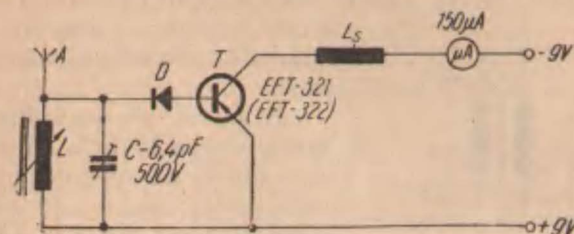


Fig. VII.1. Schema de principiu a unui măsurător de cîmp.

distanţa faţă de emiţător în aşa fel, încît să se beneficieze de o putere observată la becul cu neon.

În fig. VII.1 se prezintă schema unui măsurător de cîmp.

Microampermetrul de 100—150 μA nu este nevoie să fie etalonat, întrucît foloseşte numai pentru orientare.

Schema reprezintă un circuit oscilant acordat pe frecvenţa de 27,12 MHz, care recepţionează semnalul, îl detectează, îl amplifică şi îl trimite în instrumentul indicator. În timpul lucrului măsurătorul va fi plasat la cîţiva metri de emiţător.

Bobina L are 11 spire din conductor CuEm, 0,6 mm, pe carcasă de 7 mm, cu miez de ferocart. Antena, de tip telescopic, are o lungime de 1,25 m.

Bobina de şoc L_s are 2 000 spire (poate folosi şi o cască telefonică de 200—500 Ω).

2. Indicaţii pentru receptoare

Şi la radioreceptoarele pentru telecomanda modelelor sînt valabile indicaţiile date în capitolul precedent cu privire la folosirea altor tipuri de tranzistoare şi alegerea pieselor cu calităţi corespunzătoare.

Montajele se execută pe plăcuţe din pertinax sau textolit de 1—2 mm grosime, urmărindu-se realizarea unui gabarit cît mai mic. Totuşi, piesele vor fi astfel montate, ca să fie accesibile pentru verificări.

La tranzistoarele ce lucrează cu puteri de disipaţie mai mari ca 150 mW se recomandă radiatoare termice confecţionate din tablă de cupru.

Punerea la punct este bine să se execute pentru fiecare etaj în parte. Se va acorda atenţie fixării tensiunii de polarizare a bazei şi limitării curentului de colector la valoarea admisă.

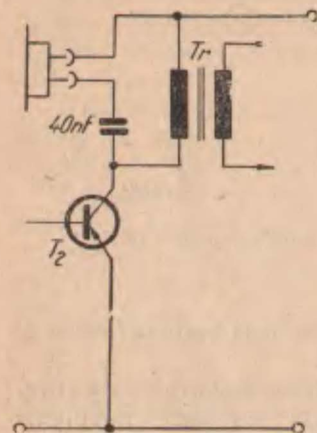


Fig. VII.2. Schema de conectare a căştii telefonice.

Reglarea receptorului pentru funcţionarea optimă, în prezenţa semnalului de modulaţie, se execută astfel: se ia, de exemplu, cazul schemei din fig. VI.3. Se conectează o cască telefonică la transformatorul de cuplaj Tr_2, ca în fig. VII.2.

La distanţa de 1—2 m de emiţător trebuie să se audă puternic tonul de modulaţie, fără fluierături. Altfel, este nevoie să se mărească valoarea capacităţii C_2 sau să se micşoreze C_5. Se conectează apoi casca în paralel cu releul de acţionare şi se introduce semnalul de modulaţie pe baza primului tranzistor din etajul de joasă frecvenţă.

Se recomandă utilizarea unui generator standard, de la care se va trimite tensiunea de 10 mV cu frecvenţa corespunzătoare unei lame vibrante.

Dacă nu se aude în cască un sunet puternic şi curat este necesară verificarea calităţii tranzistoarelor şi regimul de lucru asigurat de tensiunile de polarizare ale bazei. Cu această ocazie se reglează şi distanţele dintre lamele vibrante şi contactele fixe ale releului de rezonanţă.

3. Metode de pilotaj cu ajutorul echipamentelor de telecomandă prin radio

Atunci cînd dispunem de un echipament de radiocomandă la distanţă, care funcţionează perfect şi asigură toate comenzile fără întîrziere, totul este în ordine şi nu există probleme privind comanda la distanţă a unui mobil teleghidat.

Totuşi, pentru executarea unei bune comenzi de către aeromodelul sau navomodelul respectiv este necesar ca persoana care lucrează cu acest gen de instalaţii să dea mare importanţă comenzilor ce trebuie executate, pentru ca instalaţia de radiocomandă să le execute fără erori.

Este curios de constatat că numeroşi specialişti de telecomandă de modele reduse dau mare atenţie echipamentului lor de radiocomandă neglijînd complet chestiunile de pilotaj propriu-zise.

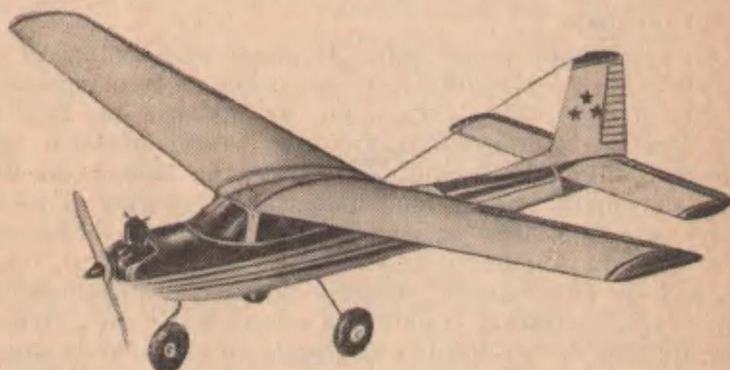
Dificultăţile de pilotaj sînt foarte diferite şi pentru un navomodel care se deplasează pe un singur plan, faţă de un aeromodel care evoluează în 3 dimensiuni, diferenţa este destul de mare.

În cazul unui model redus de vapor care evoluează pe suprafaţa apei, prima dificultate este noţiunea de perspectivă.

Pilotul care vede, de exemplu, un obstacol în faţa sa face virarea vaporaşului împrejurul acestui obstacol mai ales cînd viteza vaporaşului este destul de redusă, iar distanţa apropiată. Atunci cînd distanţa dintre pilot şi navomodel este mai mare există posibilitatea să se facă unele erori datorită unghiului de observaţie redus. Totuşi, după un timp de antrenament oarecare pilotul se obişnuieşte cu manevrarea aparaturii şi pilotarea se face mai corect. Atunci cînd distanţa de la pilotul ce se găseşte cu aparatul de emisie pe malul apei pînă la navomodel depăşeşte 60 m, aprecierea devine totuşi destul de dificilă.

A doua dificultate, mult mai serioasă ca prima, este pilotarea de la distanţă a aeromodelelor care lucrează pe mai multe canale şi unde atenţia trebuie foarte mult mărită, avînd în vedere viteza destul de mare a aeromodelului, precum şi direcţia lui de deplasare. Atunci cînd atenţia operatorului nu este suficient îndreptată către aeromodelul care evoluează, ne putem da seama ce se poate întîmpla: sfărîmarea în bucăţi a acestui aeromodel, pe cînd în primul caz navomodelelor nu li se pot întîmpla aceste lucruri. Avînd în vedere cele de mai înainte privind pilotarea navomodelelor şi aeromodelelor, întotdeauna se cere o mare atenţie din partea piloţilor de mobile telecomandate prin radio — pentru a evita distrugerea materialelor. În concluzie, se cere ca înainte de a pleca la un concurs pe apă sau în aer, instalaţia de radio trebuie bine verificată şi pusă la punct, iar manevrarea ei trebuie cunoscută perfect.





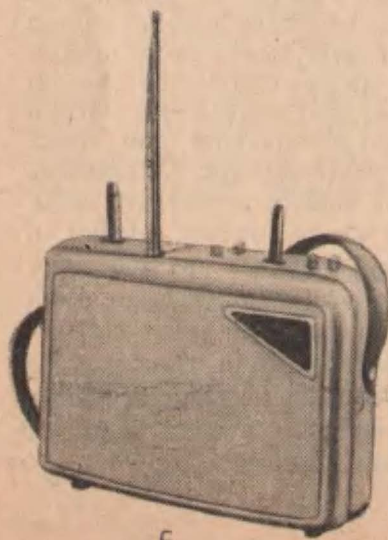


Fig. VII.3. Realizări practice de modele telecomandate:
a — navomodel; b — aeromodel; c — emițător.

Înainte de începerea concursului se controlează, pe cît posibil, dacă tensiunile de alimentare, atît ale emițătorului cît și ale receptorului sînt absolut corecte, se pun ambele stații în funcțiune și, de la distanța de cîțiva metri între una și alta, se fac cîteva probe de manevrare a comenzilor pentru a ne da seama încă odată că echipamentul nostru de radiocomandă funcționează corect.

În fig. VII. 3 se prezintă două exemple de realizări practice de modele telecomandate.

BIBLIOGRAFIE

1. Circuite cu tranzistoare în telecomunicaţii, Bucureşti, Editura tehnică, 1963.
2. *Alexiu, I.* şi *Daniliuc, N.* Relee electronice, Bucureşti, Editura tehnică, 1962.
3. *Stere, Roman.* Tranzistorul — principii şi circuite, Bucureşti, Editura tehnică, 1957.
4. *Dingher, Al., Dima, M., Airinei, N.* şi *Stănciulescu, O.* Comunicaţii la mare distanţă, Bucureşti, Editura transporturilor şi telecomunicaţiilor, 1964.
5. *Tănăsescu, T.* Circuite cu tranzistoare. Bucureşti, Editura tehnică, 1961.
6. *Căţuneanu V. M., Buznea, D. D.* şi *Statnic, E. A.* Semiconductoare în telecomunicaţii. Bucureşti, Editura tehnică, 1962.
7. *Ilin, V. A.* Sisteme de telemecanică pentru obiecte dispersate, traducere din l. rusă, Bucureşti, Editura tehnică, 1962.
8. *Biro P.* Antene pentru radioamatori, Colecţia radio, Bucureşti, Editura tehnică, 1958.
9. *Klementiev, S. D.* Teleavtomatika. Moscva, Gosudarstvennoe ucebno-pedagogiceskoe izdatelstvo Ministerstva prosviaşcenia, R.S.F.S.R., 1958.
10. *Macoveanu, L.* Aparate de emisie şi recepţie de unde scurte şi ultrascurte. Colecţia Radio, Bucureşti, Editura tehnică, 1958.
11. Revista Funckamateur, p. 192/1964; nr. 7 p. 226/1964, R.D.G.
12. Jurnal „Krilia rodinî" nr. 2/1958.
13. Revista Funcktehnik nr. 7, p. 209/1962, R.F.G.
14. Revista Funkschau nr. 12, p. 305/1960, nr. 10, p. 253/1961, nr. 14, p. 379/1962, R.F.G.
15. *Ridouard D.* Télécommande à transistors, Paris, 1964.

TABLA DE MATERIE

Cap. I. *Principiile telecomenzii prin radio* 3
Cap. II. *Principalele scheme-bloc pentru telecomanda prin radio* 6
Cap. III. *Particularităţile radioemiţătoarelor pentru telecomanda modelelor* 14
1. Scheme de principiu ale radioemiţătoarelor 14
2. Modulaţia radioemiţătoarelor pentru telecomanda modelelor 20
Cap. IV. *Particularităţile radioreceptoarelor pentru telecomanda modelelor* 24
1. Scheme de principiu ale radioreceptoarelor 24
2. Etajele de joasă frecvenţă şi dispozitivele de selectare din radioreceptoare 27
Cap. V. *Scheme practice de radioemiţătoare pentru telecomanda modelelor* 28
Cap. VI. *Scheme practice de radioreceptoare pentru telecomanda modelelor* 41
Cap. VII. *Indicaţii constructive şi reglaje* 55
1. Indicaţii pentru emiţătoare 55
2. Indicaţii pentru receptoare 57

Redactor responsabil : Ing. CORNELIA BLAGA
Tehnoredactor : THEODOR IVAN

Dat la cules 28.09.1965. Bun de tipar 10.12.1965. Apărut 1966. Tiraj 4.000+140. Broşate. Hîrtie semivelină de 63 g/m², ft. 540×840/16. Coli editoriale 3,02. Coli de tipar 4. A. 13.211/1965. C. Z. pentru bibliotecile mari 629.12/13.001.57 : 62—59. C. Z. pentru bibliotecile mici 629.

Intreprinderea Poligrafică „13 Decembrie 1918",
Str. Grigore Alexandrescu nr. 89—97, Bucureşti,
Republica Socialistă România
Comanda nr. 1856.

Lei 2

Colecția

RADIO ȘI TELEVIZIUNE
1966

Gh. Mityko
CONSTRUCȚII RADIO. APARATE DE MĂSURAT

Gh. Stănciulescu, F. Diaconescu
CONSTRUCȚII RADIO. EMIȚĂTOARE DE MICĂ PUTERE

C. Șerbu
CONSTRUCȚII RADIO. ANTENE DE RADIO ȘI TELEVIZIUNE

St. Sprînceană, C. Florea
CONSTRUCȚII RADIO. TELECOMANDA PRIN RADIO A NAVO ȘI AEROMODELELOR

L. Bubulac, M. Silișteanu
REGLAJE AUTOMATE ÎN TELEVIZOARE

I. Roth
TELECOMUNICAȚII PRIN SATELIȚI ARTIFICIALI

G. Zamfir, T. Pleșoianu
PERTURBAȚII RADIO ȘI ÎNLĂTURAREA LOR

COLECTIA RADIO ȘI TELEVIZIUNE

ST. SPRÎNCEANĂ,
C. FLOREA



CONSTRUCȚII RADIO TELECOMANDĂ PRIN RADIO A NAVO ȘI AEROMODELELOR

EDITURA TEHNICĂ